

Inhalt

Inhalt	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 <i>Motivation.....</i>	<i>1</i>
1.2 <i>Aufgabenstellung.....</i>	<i>1</i>
1.3 <i>Lösungsweg.....</i>	<i>3</i>
1.4 <i>Fischer GmbH.....</i>	<i>3</i>
2 Grundlagen	5
2.1 <i>Begriff Werkzeug.....</i>	<i>5</i>
2.2 <i>Was ist ein Folgeverbundwerkzeug?</i>	<i>5</i>
2.2.1 <i>Merkmale</i>	<i>5</i>
2.2.2 <i>Bauarten</i>	<i>6</i>
2.2.3 <i>Aufbau und Funktionsweise</i>	<i>8</i>
2.3 <i>Netzplantechnik.....</i>	<i>11</i>
2.3.1 <i>Ende-Anfang-Beziehung</i>	<i>11</i>
2.3.2 <i>Regeln zur Darstellung</i>	<i>13</i>
2.3.3 <i>Berechnung einer Fertigungsfolge mit Ende-Anfang-Beziehung.....</i>	<i>14</i>
2.3.4 <i>Vorwärtsterminierung</i>	<i>15</i>
2.3.5 <i>Rückwärtsterminierung.....</i>	<i>16</i>
2.3.6 <i>Kombinierte Terminierung</i>	<i>17</i>
2.4 <i>Arbeitsvorbereitung</i>	<i>18</i>
2.4.1 <i>Allgemein</i>	<i>18</i>
2.4.2 <i>Arbeitsplanung</i>	<i>20</i>
2.4.3 <i>Arbeitssteuerung</i>	<i>21</i>
3 Analyse der Fertigungszeit und Terminermittlung im Unternehmen	23
3.1 <i>Herstellungsprozess.....</i>	<i>23</i>
3.2 <i>Fertigungszeitermittlung</i>	<i>23</i>

3.3	<i>Ist-Terminplanung</i>	24
4	Konzeption der Fertigungszeit und Terminermittlung für Folgeverbundwerkzeuge	25
4.1	<i>Ermittlung der Fertigungszeiten</i>	25
4.2	<i>Soll-Terminplanung</i>	25
5	Teilumsetzung	27
5.1	<i>Vorbereitung</i>	27
5.2	<i>Erstellen der Übersicht in Excel</i>	29
5.3	<i>Visual Basic for Applications</i>	31
5.3.1	Einleitung	31
5.3.2	Schaltfläche für Bauteilgruppen	33
5.3.3	Schaltfläche Übersicht	34
5.3.4	Schaltfläche zur direkten Suche	35
6	Umsetzung	36
6.1	<i>Erstellen der druckbaren Übersicht</i>	36
6.2	<i>Berechnung der Fertigungstermine</i>	36
6.2.1	Konstruktion, mechanische Fertigung gesamt, Montage	36
6.2.2	Mechanische Fertigung detailliert	38
6.3	<i>Art der Terminierung</i>	41
7	Fazit und Ausblick	43
7.1	<i>Fazit</i>	43
7.2	<i>Ausblick</i>	43
8	Zusammenfassung	45
Literatur	.....	46
Anlagen	.....	47
Anlage A, druckbare Übersichten	.....	I
Anlagen B, Makro-Schaltflächen	.....	VI
Anlagen C, alle Makros	.....	VII
Anlagen D, gesamte Fertigungszeitermittlung	.....	IX
Selbstständigkeitserklärung		

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bauteile, mit Werkzeugen der Fa. Fischer gefertigt [FWZB15].....	4
Abbildung 2: Plattenführungsbauweise ([MTdWZB11], S.90)	7
Abbildung 3: Säulenbauweise ([MTdWZB11], S.90)	8
Abbildung 4: Arbeitsstufen eines Folgeverbundwerkzeuges ([MTdWZB11], S.90)	10
Abbildung 5: Demontiertes Folgeverbundwerkzeug mit Streifenfortschritt ([MTdWZB11], S.90)	10
Abbildung 6: Vorgangsknoten-Netzplan	12
Abbildung 7: Vorgang mit mehreren Vorgängern [DIN69900]	12
Abbildung 8: Vorgang mit mehreren Nachfolgern [DIN69900]	12
Abbildung 9: Definition der Arbeitsvorbereitung und ihrer Bestandteile nach REFA ([HdMB11], S. S41)	18
Abbildung 10: Gegenseitige Beeinflussung verschiedener Probleme im Werkzeugbau...	20
Abbildung 11: Aufgaben der Arbeitsplanung ([OidPt96], S.74)	21
Abbildung 12: Aufgaben der Arbeitssteuerung	22
Abbildung 13: Auszug aus der Aufstellung der Fertigungszeiten	30
Abbildung 14: Übersicht der Vorgangszeiten der Bauteilgruppe „Gestellplatten“	31
Abbildung 15: Schritt eins VBA Code ändern	32
Abbildung 16: Schritt zwei VBA Code ändern, links Fenster groß, rechts Nahaufnahme .	32
Abbildung 17: Schritt drei VBA Code ändern	33
Abbildung 18: Bauteilgruppen Makro.....	34

Abbildung 19: Übersicht Makro	34
-------------------------------------	----

Abbildung 20: Direkte Suche Makro	35
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bauteilgruppen mit zugeordneten Bauteilen und Farben.....	2
Tabelle 2: Vor- und Nachteile eines Folgeverbundwerkzeuges ([SFS15], S.219)	6
Tabelle 3: Darstellungsregeln der Netzplantechnik.....	13
Tabelle 4: Mögliche Einteilung eines Vorgangsknotens	14
Tabelle 5: Aufteilung alter Bauteilgruppen in neue Gruppen	28
Tabelle 6: Datumswahrnehmung.....	39
Tabelle 7: Schichtsysteme der Stationen.....	40

Abkürzungsverzeichnis

CAD	C omputer- A ided D esign (rechnerunterstütztes Konstruieren)
CNC	C omputerized N umerical C ontrol (rechnergestützte numerische Steuerung)
FVW	F olgeverbund w erkzeug
kN	K ilonewton
PPS	P roduktions p lanungs- und S teuerungssoftware
SQL	S tructured Q uery L anguage (Datenbanksprache)
usw.	und s o w eiter
VBA	V isual B asic for A pplications (Visual Basic für Anwendungen)
z.B.	zum B eispiel

1 Einleitung

Im ersten Kapitel wird die Notwendigkeit der Bearbeitung des Themas herausgestellt. Weiterhin erfolgen eine Erläuterung der Aufgabenstellung und der Herangehensweise an die Diplomarbeit. Schließlich folgt eine Vorstellung des Unternehmens.

1.1 Motivation

Die Fertigung von Unternehmen mit individualisierten Produkten lässt sich nur schwer steuern und planen. Dazu gehört unter anderem der Werkzeugbau als Unikatfertiger, welcher sich durch eine hohe Varianz der Bauteile in der Fertigung kennzeichnet. Ursachen für die komplizierte Planung sind sich laufend ändernde Komponenten und damit variierende Fertigungszeiten der Werkzeuge.

Die Einhaltung vereinbarter Liefertermine ist jedoch gerade im Betriebsmittelbau, wie er von der Fischer GmbH betrieben wird, von wesentlicher Bedeutung. Die Betriebsmittelherstellung ist in der Produktionsvorbereitung häufig der Grund für Engpässe. Der Beginn einer Serienproduktion wird zum Beispiel bedeutend durch die Liefertermine der Werkzeuge beeinflusst und führt bei Verzögerungen zu zusätzlichen Kosten. ([WZBmZ98], S.8)

Um Lieferterminen entsprechen zu können, ist eine möglichst genaue Planung des kompletten Produktionsablaufes, von Konstruktion bis Montage notwendig. Im Werkzeugbau Fischer GmbH wurden dazu erste Voruntersuchungen für Folgeverbundwerkzeuge durchgeführt, die eine Weiterbearbeitung erfordern.

1.2 Aufgabenstellung

Thema der Diplomarbeit ist es, die vorhandene Terminplanung für Blechumformwerkzeuge in Microsoft Excel zu erweitern und dadurch zu verfeinern. Dazu werden Vorarbeiten in Form einer Masterarbeit [MzBdB], speziell die darin erarbeiteten Bauteilgruppen, als Grundlage genutzt.

Diese Bauteilgruppen repräsentieren jeweils einen Fertigungsablauf. Bauteile derselben Fertigungsfolge wurden der entsprechenden Gruppe zugeordnet. Die Zuordnung einer Farbe zu jeder Bauteilgruppe dient der Umsetzung dieser Ordnung in der Werkhalle und stellt jeweils eine Prozessstrecke dar.

Entsprechend seiner Fertigungsfolge soll jedes Bauteil in Zukunft in mit verschiedenen Farben markierten Kisten durch die Werkhalle geführt werden. Zum Folgeverbundwerkzeug werden die Bauteile erst dann montiert, wenn alle Kisten in der Montage eingetroffen sind. In Tabelle 1 sind die Bauteilgruppen mit den jeweiligen Bauteilen und Farben dargestellt.

Tabelle 1: Bauteilgruppen mit zugeordneten Bauteilen und Farben

Bauteilgruppe	Bauteil
Gestellplatten	alle Gestellplatten alle P-Platten
gehärtete Zubehörteile	Druckplatten Füllplatten Prismatische Pressenanschlätze Führungs-/Deckleisten Heber
Aktivteile	Niederhalteplatten Schnittplatten Biegestempel/-gesenke Biegeeinsätze/-backen Kalibriergesenke/-backen Schneid-/Kippstempel Schieber Treiber
Drehteile	ungehärtete Drehteile Gehärtete Drehteile Docken zylindrische Bauteile
ungehärtete Zubehörteile	Stempelhalteplatten ungehärtete Leisten Abstützungen Aufnahmen

Die gewählten Farben sind bisher an keine Besonderheiten in der Fertigung gebunden. Allerdings würde sich zum Beispiel rot gut für gehärtet Zubehörteile eignen, da jeder Mensch diese Farbe mit Wärme in Verbindung bringt, und dunkles Blau mit seiner Darstellung von Kälte für die Gruppe „ungehärtete Zubehörteile“.

Die vorhandene Zeitkalkulation der Einzelteile soll dahingehend erweitert werden, dass deutlich wird wie viel Fertigungszeit für jede Bauteilgruppe benötigt wird und in welchem Zeitraum die Herstellung stattfindet. Um diese Daten dem Fertigungsauftrag beifügen zu können ist eine druckfähige Übersicht zu erstellen.

1.3 Lösungsweg

Zuerst müssen die vorhandenen Daten zur Bearbeitung der Bauteile den Bauteilgruppen zugeordnet werden. Dabei gibt es Unterschiede in der Bezeichnung der Bauteile zwischen der Excel-Datei und der Masterarbeit, die es in Zusammenarbeit mit der Geschäftsführung zu beseitigen gilt. Danach ist es möglich die notwendigen Bearbeitungszeiten für jedes Bauteil aus den vorhandenen Daten aufzulisten und den Fertigungsstationen Zuschnitt, Vor- und Nachschleifen, Fräsen, Drehen und Erodieren zuzuteilen. Im nächsten Schritt sollen die Bearbeitungszeiten der Bauteile an den Stationen zusammenaddiert werden, um die Bearbeitungszeiten der Bauteilgruppen zu erhalten. Aus diesen Zeiten kann außerdem die Gesamtbearbeitungsdauer aller Bauteile und Bauteilgruppen an den Stationen ermittelt werden. Ausgegeben in Stunden erhält man die Dauer der mechanischen Fertigung des Folgeverbundwerkzeuges.

Mit Hilfe des so ermittelten Zeitbedarfs soll dann eine druckfähige Übersicht entstehen. Nach Eingabe eines Starttermins berechnet diese Übersicht, aus den zuvor ermittelten Daten, in welchem Zeitraum die jeweiligen Bauteilgruppen an welcher Station bearbeitet werden. Dies ergänzt den Fertigungsauftrag um weitere Daten und ermöglicht einen besseren Überblick.

1.4 Fischer GmbH

Der Werkzeugbau Fischer GmbH im sächsischen Geringswalde wurde im Jahr 1991 gegründet. Mittlerweile sind 80 Mitarbeiter mit der Herstellung von vor allem Folgeverbundwerkzeugen im mittleren Größenbereich, aber auch Kunststoffspritzwerkzeugen, Vorrichtungen und kleineren Sondereinrichtungen nach Kundenwunsch im Familienunternehmen beschäftigt. Einzelne Werkzeuge können dabei aus bis zu 2000 Teilen bestehen.

Alle Arbeitsschritte, von Konstruktion bis Montage, werden in den firmeneigenen Hallen durchgeführt. Dabei wird im 3-Schicht-System auf 2D- und 3D-, aber auch auf 5-Achs-CNC-Fräsmaschinen gearbeitet. Insgesamt stehen etwa 30 Maschinen für die Fertigung bereit. Für die Herstellung erster Musterbauteile steht eine hydraulische Presse zur Verfügung. Unter Zuhilfenahme einer 400 Tonnen Exzenterpresse mit Bandanlage kann das gefertigte Werkzeug unter Produktionsbedingungen erprobt werden. Durch den Einsatz der Pressen ist die Gewährleistung eines produktionssicher arbeitenden Werkzeuges möglich.

Mit den gebauten Werkzeugen hergestellte Bauteile finden sich in allen bekannten Fahrzeugmarken und in Bereichen der Elektrotechnik, Sanitärtechnik und Metallindustrie. [FWZB15]

In der nachfolgenden Abbildung 1 sind einige dieser Bauteile zu sehen.



Abbildung 1: Bauteile, mit Werkzeugen der Fa. Fischer gefertigt [FWZB15]

2 Grundlagen

In diesem Kapitel soll grundlegendes Wissen über Folgeverbundwerkzeuge, die Netzplantechnik und die Arbeitsvorbereitung vermittelt werden.

2.1 Begriff Werkzeug

„Unter Werkzeugen werden nach VDI Fertigungsmittel verstanden, die auf ein bestimmtes Material unmittelbar zum Zweck der Form- oder Substanzveränderung mechanischer bzw. physikalisch-chemischer Art einwirken.“ ([WZBmZ98], S.25)

Aus dieser Definition sind im Fall des Werkzeugbaus Standardwerkzeuge wie Drehmeißel, Fräser, Bohrer, Schleifscheiben und Sonderwerkzeuge auszugrenzen, da diese vor allem bei spanenden Bearbeitungen Anwendung finden. Im Werkzeugbau charakterisieren sich gefertigte Werkzeuge durch eine teilweise oder vollständige Abbildung der Werkstückform auf der Werkzeuggeometrie und werden daher häufig als Hohlformwerkzeuge bezeichnet. Hohlformwerkzeuge werden zum Beispiel beim Urformen und der Umformbearbeitung benötigt. Materialumformung wird hierbei zwischen Blech- und Massivumformung unterschieden. ([WZBmZ98], S.25)

Eine Unterteilung der Werkzeuge kann in Bezug auf die Fertigungsverfahren nach DIN 8580 erfolgen. Formwerkzeuge bezeichnen alle Werkzeuge, welche zum Urformen und Umformen genutzt werden. Schneidwerkzeuge weisen eine oder mehrere Schneiden auf und dienen der Formgebung durch Trennen.

2.2 Was ist ein Folgeverbundwerkzeug?

2.2.1 Merkmale

Folgeverbundwerkzeuge sind umfangreiche Werkzeuge und dienen der Fertigung kleiner und komplizierter Blechwerkstücke in hoher Stückzahl durch eine Aneinanderreihung von Schneid- und Umformvorgängen in mehreren Stufen. FVW und Gesamtverbundwerkzeuge stellen Untergruppen der Verbundwerkzeuge dar, welche entsprechend der Anordnung ihrer Arbeitsstufen gebildet wurden. Bei Folgeverbundwerkzeugen liegen die Arbeitsstufen hintereinander und bei Gesamtverbundwerkzeugen untereinander.

Durch den Trägerstreifen, der gleichzeitig das Ausgangsmaterial ist, wird das Werkstück von Stufe zu Stufe transportiert und innerhalb der letzten Stufe vom Streifen getrennt. Für den Eingriff der Schneid- und Biegestempel ist ein Öffnen und Schließen des Werkzeuges erforderlich, was als Hub bezeichnet wird. Hohe Hubzahlen (n_H , Anzahl der Hübe pro Zeiteinheit) und geringe Rüstzeiten können die Stückkosten auf einem geringen Niveau halten. Hubzahlen von Folgeverbundwerkzeugen liegen bei einfachen und flachen Teilen bei 45 bis 55 Hübe pro Minute. Sind große Biegeabmessungen zu realisieren liegt die Zahl bei 20-35 Hüben pro Minute.

Vor- und Nachteile der Folgeverbundwerkzeuge sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile eines Folgeverbundwerkzeuges ([SFS15], S.219)

Vorteile	Nachteile
geringere Werkzeugkosten als bei Einzelwerkzeugen	Änderung Werkstückform → Werkzeug unbrauchbar
Rüst- und Stückzeiten werden eingespart, da eine Arbeitskraft mehrere Pressen überwachen kann	hohe Instandhaltungskosten
Durchlaufzeit im Unternehmen verkürzt, Einsparung bei Transport, Zwischenkontrollen, Terminüberwachung, Aufsicht und Organisation	
Werkstücke mit komplexen Formen möglich	

Aus Gründen der Folgekostenreduzierung in sich anschließenden Bearbeitungsschritten der Werkstücke sind Folgeverbundwerkzeuge hochpräzise und haltbar. Eingesetzt werden sie häufig bei der Herstellung von Blechbauteilen in der Automobil-, Elektronik- und Haushaltsgeräteindustrie.

2.2.2 Bauarten

Eine erste Unterteilung der Folgeverbundwerkzeuge erfolgt in Plattenbauweise und Modulbauweise. Die Plattenbauweise ist durch fest in das Ober- und Untergestell eingebaute Werkzeuge gekennzeichnet, wird allerdings bei einer Zahl von 12 Bearbeitungsstufen begrenzt. Je nachdem wie das Oberwerkzeug zum Unterwerkzeug geführt wird, kann die Plattenbauweise danach in einer zweiten Unterteilung in Plattenführung und Säulenführung unterschieden werden. Mit der

Modulbauweise kann eine größere Anzahl von Stufen erreicht werden, indem das Werkzeug in einzelne Module geteilt wird. Dabei ist jedes Modul ein eigenständiges Werkzeug. Um ein Gesamtwerkzeug zu erreichen, werden die Module in der notwendigen Reihenfolge in einem Grundgestell befestigt.

Die Plattenführung zeichnet sich, wie in Abbildung 2 zu sehen, durch eine mit den Führungsleisten, der Stempelhalteplatte und der Grundplatte verstifteten und verschraubten Führungsplatte aus. Die Stempelhalteplatte enthält die jeweiligen Einsätze für Schneid- und Umformvorgänge. Eine andere Variante der Plattenführung ist eine federnd gelagerte Führungsplatte die über zwei oder vier Bolzen zum Unterteil geführt ist. ([SFS15], S.220)

Angewendet wird die Plattenführungsbauweise wenn die Umformkräfte abwärtsgerichtet sind, nur kleine seitlich gerichtete Kräfte auftreten und die Blechdicke über 0,5 mm beträgt. ([MTdWZB11], S.90)

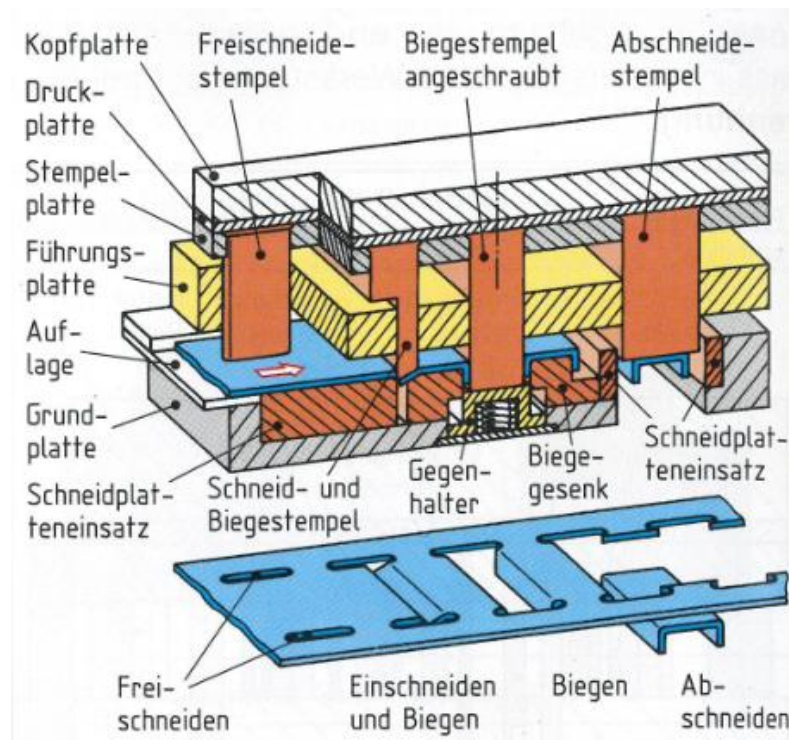


Abbildung 2: Plattenführungsbauweise ([MTdWZB11], S.90)

Anders als bei der Plattenführung ist die Führungsplatte bei der Säulenbauweise gefedert, führt die Stempel und hält den Streifenwerkstoff fest (Abbildung 3). Biegeeinsätze ermöglichen Biegungen nach oben, unten und seitlich. Gefederte Abheberstifte heben den Streifen soweit an, dass er ohne Behinderung zur nächsten Bearbeitungsstufe geführt werden kann.

Werkzeuge mit Säulenführung werden unterschieden in Werkzeuge mit:

- einer im Werkzeugunterteil sitzenden starren Abstreifplatte
- einer oder mehreren ungeführten Platten, die getrennt gefedert sind
- säulengeführter, federnder Führungsplatte und zusätzlichem federnden Blechniederhalter sowie einem Biegestempel
- je einer säulengeführten federnden Schneid- und Führungsplatte ([SFS15], S.220)

Die Säulenbauweise wird verwendet wenn außermittig liegende Umformungen Seitenkräfte erzeugen, Umformungen entgegen der Pressenstößelbewegung durchgeführt werden und die Blechdicke unter 0,5 mm liegt. ([MTdWZB11], S.90)

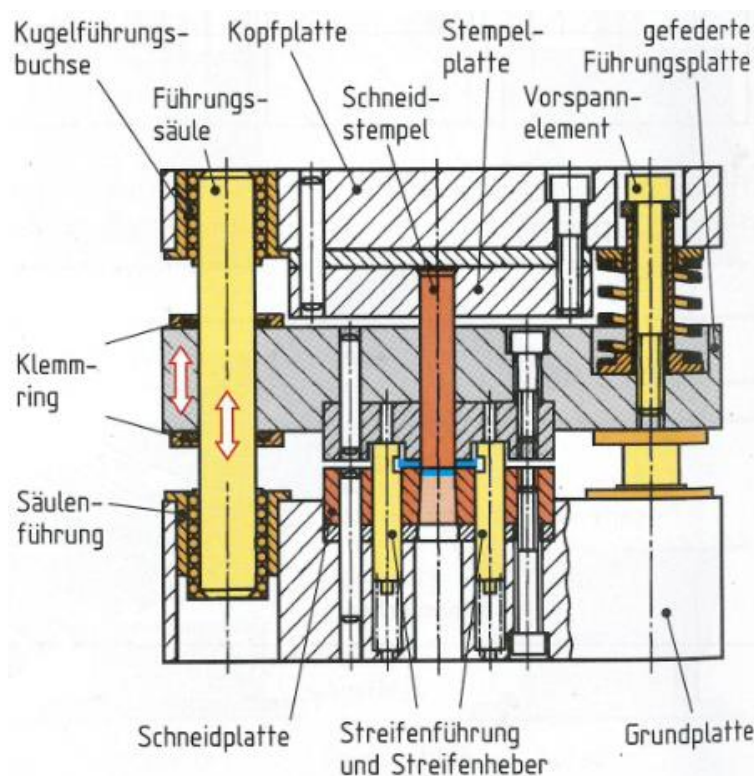


Abbildung 3: Säulenbauweise ([MTdWZB11], S.90)

2.2.3 Aufbau und Funktionsweise

Die Erläuterung des Aufbaus und der Funktionsweise erfolgt anhand eines Folgeverbundwerkzeuges mit Säulenführung der Firma Fischer. Es besteht im Wesentlichen aus einer Kopf-, Führungs- und Grundplatte. An der Kopfplatte sind kleinere Platten wie Druckplatten und Stempelhalterplatten montiert. Sämtliche Schneid-, Biege- und Lochstempel werden damit befestigt.

Ebenso der Lochstempel zum Stanzen der Löcher für die Positionierstifte. Andere Teile, etwa Führungssäulen, Federn und Distanzen, sind direkt mit der Kopfplatte verbunden.

Die Führungsplatte befindet sich zwischen Kopf- und Grundplatte. Sie führt und stützt seitlich die eingreifenden Stempel. Fixiert wird sie durch die Führungssäulen der Kopfplatte in vorgesehenen Führungsbuchsen. Auf der Führungsplatte ist für jede Bearbeitungsstufe eine Niederhalteplatte mit entsprechenden Aussparungen in Form der Stempel befestigt. Dies streift den Blechstreifen von den Stempeln ab. Die Durchbrüche haben Matrizenform. Des Weiteren sind auf der Führungsplatte Positionier- und Sucherstifte angebracht um den zwischen Führungs- und Grundplatte laufenden Blechstreifen zu fixieren. Sie verhindern, dass der Streifen während der Bearbeitung positioniert wird und maßlich ungenaue Werkstücke entstehen. Zusätzlich sitzen die Niederhalteplatten auf dem Blechstreifen auf und fixieren den Blechstreifen im Werkzeug.

Den unteren Teil des Werkzeuges bildet die Grundplatte. Auf ihr sind die Schnittplatten und Biegeeinsätze montiert. Im Fall des Stanzens fällt der entstehende Abfall (äquivalent zu den Schneidstempelkonturen) durch die Matrize und die Grundplatte und wird in der Regel über eine Abfallrutsche aus dem Werkzeug entfernt. Am Ende der Grundplatte wird innerhalb des letzten Hubes das fertige Werkstück vom Blechstreifen getrennt und über eine Teilerutsche weitergeleitet. Ausgerichtet ist die Grundplatte durch die Führungssäulen in Führungsbuchsen, welche schon Kopf- und Führungsplatte zueinander fixieren.

Um das Werkzeug in eine Presse einbauen zu können, ist es teilweise notwendig Kopf- und Grundplatte auf einer oberen und einer unteren Aufspannplatte zu montieren. Die obere Aufspannplatte weist seitlich Gewindebohrungen auf, welche zur Befestigung von Ösen vorgesehen sind. Durch diese können, über Gurte mit Karabinern, die mehrere hundert Kilo schweren Werkzeuge gehoben werden. Auf die untere Aufspannplatte sind dafür Tragezapfen angebracht

Ein Folgeverbundwerkzeug besteht im einfachsten Fall aus drei Arbeitsstufen, dargestellt in Abbildung 4. Die Schneidstufe mit ihren Schneidstempeln ist für das Freischneiden, Einschneiden und Lochen zuständig. In der Umformstufe findet eine Bearbeitung des Werkstückes mit Biegestempeln, Ziehstempeln und Prägestempeln statt. Weitere Schneid- und Umformstufen, in einer für die Fertigung des jeweiligen Bauteiles notwendigen Anordnung, sind möglich. In der letzten Stufe wird das Bauteil vom Streifen getrennt. Diese wird auch Trennstufe genannt.

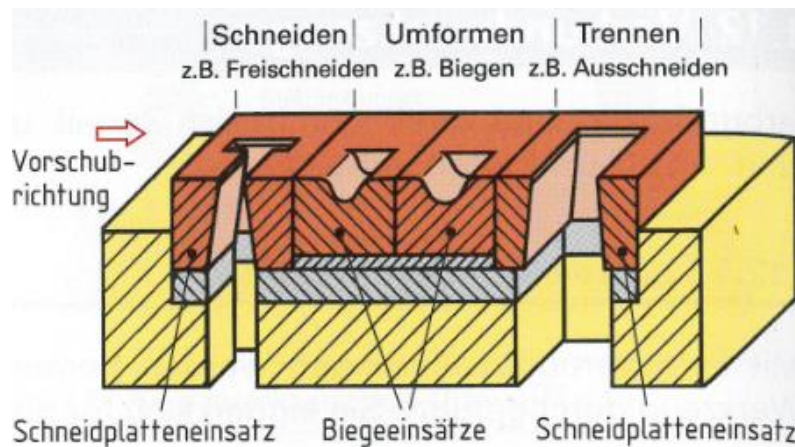


Abbildung 4: Arbeitsstufen eines Folgeverbundwerkzeuges ([MTdWZB11], S.90)

Abbildung 5 stellt ein „aufgeklapptes“ Folgeverbundwerkzeug dar, welches nur aus Oberteil und Unterteil besteht. Eine Führungsplatte ist nicht vorhanden. Im unteren Teil ist die Wandlung vom Streifenwerkstoff zum Werkstück mit zunehmendem Fortschritt im Werkzeug zu sehen.

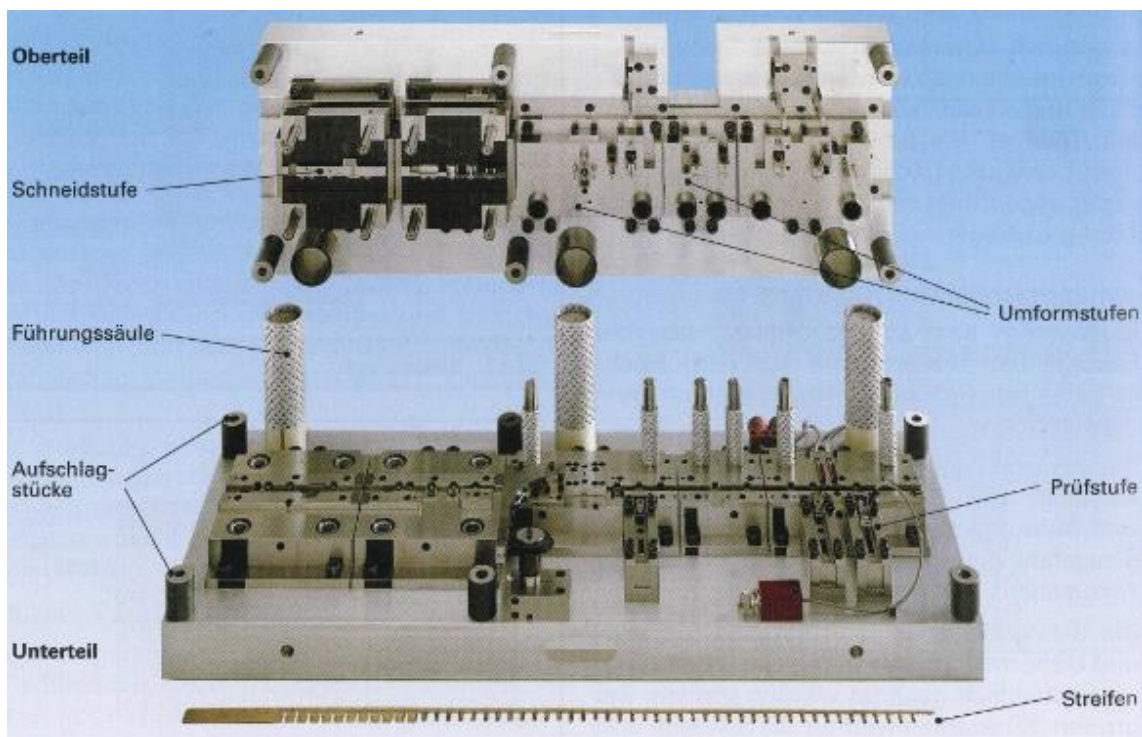


Abbildung 5: Demontiertes Folgeverbundwerkzeug mit Streifenfortschritt ([MTdWZB11], S.90)

2.3 Netzplantechnik

2.3.1 Ende-Anfang-Beziehung

Die Ende-Anfang-Beziehung, auch Normalfolge genannt, ist eine Art der Anordnungsbeziehung in einem Netzplan. Die Netzplantechnik wird in der DIN 69900 als ein „auf Ablaufstrukturen basierendes Verfahren zur Analyse, Beschreibung, Planung, Steuerung, Überwachung von Abläufen, wobei Zeit, Kosten, Ressourcen und weitere Größen berücksichtigt werden können“ beschrieben. Darstellungselemente sind dabei Knoten, bevorzugt in Form von Rechtecken, und Pfeile. Jedes Projekt besteht grundsätzlich aus Vorgängen, Ereignissen und Anordnungsbeziehungen. ([NPT13], S. 4)

Nach Norm sind diese wie folgt definiert [DIN69900]:

- **Knoten:** Darstellungselement zur Beschreibung eines Verknüpfungspunktes, welches je nach Netzplanverfahren ein Ereignis oder einen Vorgang symbolisiert.
- **Pfeil:** Darstellungselement zur Beschreibung des Sachverhalts zwischen zwei Knoten, welches je nach Netzplanverfahren einen Vorgang oder eine Anordnungsbeziehung symbolisiert.
- **Ereignis:** Ablaufelement, das das Eintreten eines bestimmten Zustands beschreibt. (z.B. Aussparungen in Führungsplatte erodiert)
- **Vorgang:** Ablaufelement zur Beschreibung eines bestimmten Geschehens mit definiertem Anfang und Ende (z.B. Erodieren der Aussparungen in Führungsplatte)
- **Anordnungsbeziehung:** quantifizierbare Abhängigkeit zwischen Ereignissen oder Vorgängen (z.B. auf Schritt A folgt Schritt B)

Abbildung 6 zeigt zur Veranschaulichung eine sehr einfache Form eines Vorgangsknoten-Netzplans mit Ende-Anfang-Beziehung. Dabei ist das Ende des Vorgängers Bedingung für den Anfang des Nachfolgers. Andere Anordnungsbeziehungen sind:

- die Anfang-Anfang-Beziehung (Anfangsfolge)
- die Ende-Ende-Beziehung (Endfolge)
- die Anfang-Ende-Beziehung (Sprungfolge) nach ([NPT13], S. 9)



Abbildung 6: Vorgangsknoten-Netzplan

Über die Länge des Knotens kann kein Rückschluss auf die Dauer des Vorgangs getroffen werden. Der Pfeil beginnt je nach Anordnungsbeziehung am Anfang oder Ende und mündet in den Anfang oder das Ende eines Vorganges. Er gibt also die Reihenfolge vor.

Sollte ein Vorgang mehrere Vorgänger oder Nachfolger haben, werden die Begriffe Sammellinie und Verzweigungslinie eingeführt, welche durch eine stärkere Strichdicke gekennzeichnet sind. Die Abbildungen 7 und 8 verdeutlichen dies.

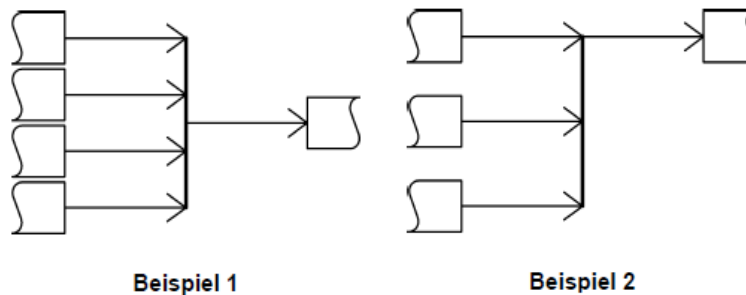


Abbildung 7: Vorgang mit mehreren Vorgängern [DIN69900]

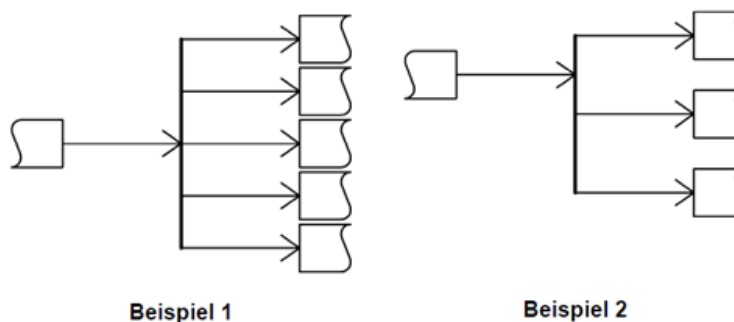


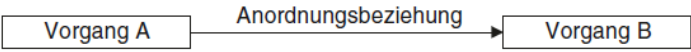
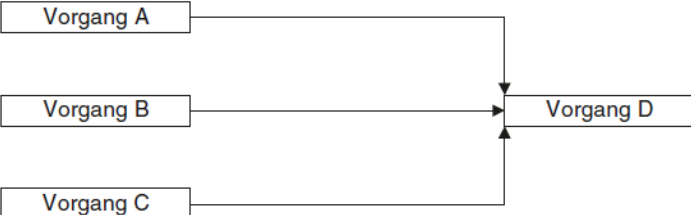
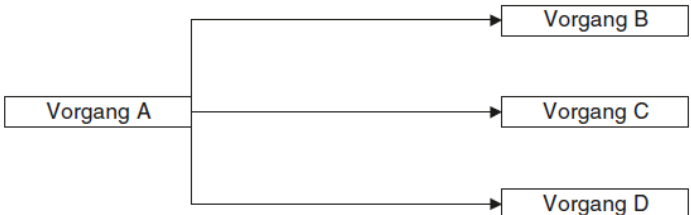
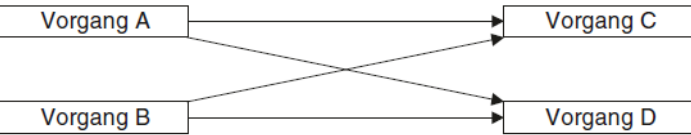
Abbildung 8: Vorgang mit mehreren Nachfolgern [DIN69900]

Von Seiten der Norm wird nicht vorgeschrieben diese Art der Darstellung zu verwenden. Sie stellt lediglich eine Möglichkeit zur Vereinfachung dar.

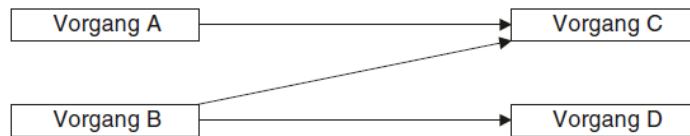
2.3.2 Regeln zur Darstellung

In Tabelle 3 sind verschiedene Regeln zur Darstellung aufgelistet. Alle Vorschriften und Abbildungen entstammen ([NPT13], S. 7 ff.).

Tabelle 3: Darstellungsregeln der Netzplantechnik

Regel	Darstellung
<p>1: Ist die Ausführung eines Vorgangs Voraussetzung für die Ausführung eines nachgeordneten Vorgangs, dann werden die beiden Knoten durch einen Pfeil verbunden.</p>	 <pre> graph LR A[Vorgang A] -- Anordnungsbeziehung --> B[Vorgang B] </pre>
<p>2: Ist die Ausführung mehrerer Vorgänge Voraussetzung für die Ausführung eines nachgeordneten Vorgangs, so werden alle Pfeile der Vorgänger zu dem Nachfolger geführt.</p>	 <pre> graph LR A[Vorgang A] --> D[Vorgang D] B[Vorgang B] --> D C[Vorgang C] --> D </pre>
<p>3: Ist die Ausführung eines Vorgangs Voraussetzung für die Ausführung mehrerer nachgeordneter Vorgänge, so wird vom Vorgänger zu jedem Nachfolger ein Pfeil gezeichnet</p>	 <pre> graph LR A[Vorgang A] --> B[Vorgang B] A --> C[Vorgang C] A --> D[Vorgang D] </pre>
<p>4: Aus den beiden vorhergehenden Regeln folgt die Darstellung der Beziehung zwischen vier Vorgängen, bei denen sowohl Vorgang A als auch Vorgang B Voraussetzung sowohl für Vorgang C wie für Vorgang D ist.</p>	 <pre> graph LR A[Vorgang A] --> C[Vorgang C] A --> D[Vorgang D] B[Vorgang B] --> C B --> D </pre>

5: Bestehen zwischen vier Vorgängen A,B,C und D Anordnungsbeziehungen analog, d.h. ist Vorgang A Voraussetzung für Vorgang C und ist Vorgang B Voraussetzung für Vorgang C und D, dann ist die Darstellung ohne Schwierigkeiten durch die entsprechenden Pfeile möglich.



Zugunsten der Übersichtlichkeit sollte die Darstellung der Regeln 3 und 4 mit Hilfe der in Abbildung 7 und Abbildung 8 dargestellten Sammel- und Verzweigungslinie durchgeführt werden.

2.3.3 Berechnung einer Fertigungsfolge mit Ende-Anfang-Beziehung

Um mit der Berechnung der Zeitpunkte der Vorgänge beginnen zu können, benötigt jeder Knoten im Netzplan eine einheitliche Einteilung. So kann jedem Vorgang eine Nummer und eine Beschreibung zugewiesen werden.

Eine mögliche Einteilung ist in Tabelle 4 aufgezeigt.

Tabelle 4: Mögliche Einteilung eines Vorgangsknotens

Vorgangsnummer		
Beschreibung	Dauer	Puffer
FAZ	FEZ	
SAZ	SEZ	

Legende

FAZ	frühester Anfangszeitpunkt	SAZ	spätester Anfangszeitpunkt
FEZ	frühester Endzeitpunkt	SEZ	spätester Endzeitpunkt

Nach DIN 69900 ist der erste Schritt der Berechnung die Bestimmung der Dauer jedes Vorgangs. Danach wird mit den Methoden der Vorwärtsterminierung und Rückwärtsterminierung verfahren. In den nachfolgenden Kapiteln 2.3.4 und 2.3.5 wird näher auf diese Eingegangen.

2.3.4 Vorwärtsterminierung

Bei der Vorwärtsterminierung, auch Vorwärtsrechnung genannt, wird der FAZ im ersten Vorgang gleich null gesetzt. Die Vorwärtsterminierung ist somit abhängig vom Starttermin. Für den Vorgang ergibt sich für $FEZ = FAZ + \text{Dauer}$. Dies soll durch ein Beispiel anhand frei gewählter Zahlen für die Vorgangsdauer verdeutlicht werden. Die Einteilung der Knoten wird aus Tabelle 4 übernommen.



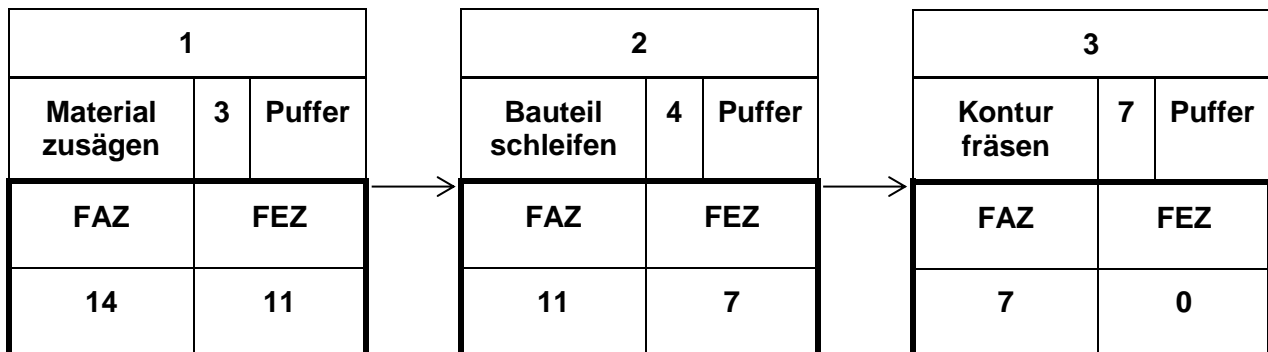
In diesem Beispiel fließt in den auf Vorgang „Material zusägen“ folgenden Vorgang „Bauteile schleifen“ keine andere Anordnungsbeziehung ein. Daher wird im Vorgang mit der Nummer zwei $FAZ = FEZ$ von Vorgang eins gesetzt, also drei. Für den Fall, dass weitere Pfeile in Vorgang zwei einfließen ist der höchste FEZ Wert der Vorgänger als FAZ zu nehmen. Im nächsten Schritt wird erneut $FEZ = FAZ + \text{Dauer}$ zur Berechnung von Vorgang zwei angesetzt, woraus sich ein Wert von sieben ergibt.

Da in den Vorgang „Kontur fräsen“ ebenfalls nur ein Pfeil mündet, wird der FEZ von Vorgang zwei als FAZ genommen, mit der Dauer addiert und als FEZ eingetragen. Weitere Vorgänge werden nach demselben Schema berechnet. Sobald geschehen, sind die auf den Projektanfang bezogenen Zeitpunkte in auf den Kalender bezogene Termine umzuwandeln. Daraus ergeben sich der früheste Anfangszeitpunkt und der früheste Endzeitpunkt des Projektes

Vorteil dieser Methode ist eine, im Gegensatz zur Rückwärtsterminierung, geringere Anfälligkeit bei Terminüberschreitungen in einzelnen Vorgängen, da das Projekt zum frühestmöglichen Zeitpunkt fertiggestellt wird. Als Nachteil ist dabei jedoch die hohe Kapitalbindung, aufgrund der frühen Starttermine, zu nennen. ([OidPt96], S.153)

2.3.5 Rückwärtsterminierung

Die Rückwärtsterminierung, oder Rückwärtsrechnung, funktioniert ähnlich der Vorwärtsterminierung. Der Unterschied besteht darin, dass die Berechnung vom Zieltermin aus abläuft. Im Nachfolgenden Beispiel also von Vorgang drei aus.



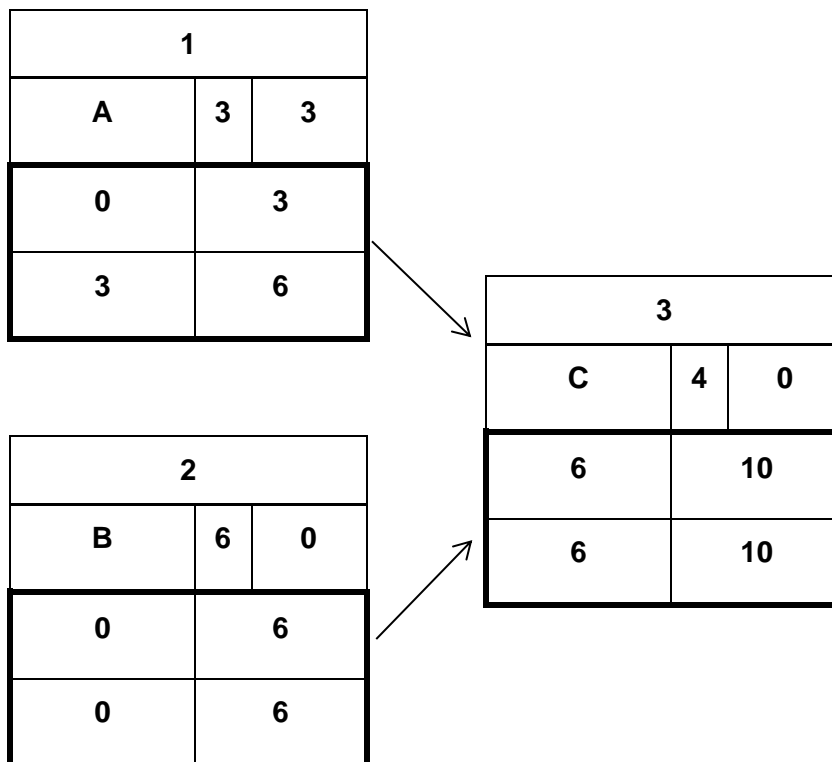
In Vorgang drei wird der SEZ gleich null gesetzt. Der Wert für den spätestens Anfangstermin jedes Vorganges ergibt sich aus $SAZ = SEZ - \text{Dauer}$. In allen nachfolgenden Vorgängen wird der späteste Endtermin durch den spätesten Anfangstermin des Vorgängers gebildet. Für den Fall, dass zum Beispiel nach Vorgang zwei ein von Vorgang drei unabhängiger Vorgang existiert, muss der niedrigste SAZ dieser beiden Vorgänge als SEZ von Vorgang zwei eingetragen werden. Zum Schluss, hier Vorgang eins, erhält man nach Umrechnung der vom Zieltermin ausgehenden Zeitpunkte in auf den Kalender bezogene Termine den spätesten Anfangszeitpunkt des Projektes.

Vorteilig ist die niedrige Kapitalbindung, wenn nach dieser Terminierung Projekte bearbeitet werden. Allerdings sind nur geringe Spielräume für Zeitüberschreitungen vorhanden. Des Weiteren befindet sich eine größere Anzahl von Vorgängen auf dem kritischen Pfad. ([OidPt96], S.153)

Als kritischer Pfad wird der Weg durch den Netzplan bezeichnet, bei dem alle Ergebnisse der frühesten und spätesten Zeitpunkte eines Vorganges denselben Wert aufweisen. Auf diesem Weg ergeben sich keine Pufferzeiten. Tritt also bei einem dieser Vorgänge eine Verzögerung ein, verzögert sich damit direkt der Endtermin. Deutlich wird dies im folgenden Kapitel 2.3.6 in dem eine Kombination der Vorwärts- und Rückwärtsterminierung anhand eines neuen Beispiels gezeigt wird.

2.3.6 Kombinierte Terminierung

Die kombinierte Terminierung ist die dritte Variante zur Berechnung bei der Bestimmung von Projektablaufen. In ihr sind die Vorwärts- und Rückwärtsterminierung vereint. Eine gute Reaktionsfähigkeit auf Störungen und die Nutzung nicht kritischer Vorgänge zum Kapazitätsausgleich sind Merkmale der kombinierten Terminierung. ([OidPt96], S.153)



In diesem Beispiel ist es so, dass die Vorgänge A und B unabhängig voneinander abgeschlossen sein müssen bevor mit Vorgang C begonnen werden kann. Vorgang B benötigt dabei mehr Zeit als Vorgang A. Aus diesem Grund wird der FEZ von Vorgang B als FAZ in Vorgang C übernommen. Die Vorwärtsrechnung hat ergeben, dass das Projekt 10 Zeiteinheiten benötigt. Zur Rückwärtsrechnung wird der durch die Vorwärtsterminierung ermittelte Wert 10 für den frühesten Endzeitpunkt als spätester Endzeitpunkt übernommen. Der für SAZ berechnete Wert sechs, wird jeweils in die beiden Vorgänger als SEZ übernommen. Nach Abzug der Vorgangszeiten ergibt sich für Vorgang A ein Zeitpuffer von drei Zeiteinheiten, während bei Vorgang B kein Puffer zur Verfügung steht. Vorgang A kann sich damit um bis zu drei Zeiteinheiten verzögern während Vorgang B keine Verspätung erlaubt und somit Priorität besitzt. Außerdem zu sehen ist der in Kapitel 2.3.5 beschriebene kritische Pfad, entlang der Vorgänge B und C mit ihren selben frühesten und spätesten Zeitpunkten. Auf diesem Weg dürfen keine Verzögerungen eintreten, da ansonsten der Zieltermin beeinflusst wird.

2.4 Arbeitsvorbereitung

2.4.1 Allgemein

Die Arbeitsvorbereitung bezieht sich auf die Bereiche Fertigung und Montage und stellt ein Bindeglied zur Produktentwicklung durch die Konstruktion dar. Realisiert wird sie in zwei getrennten Aufgabenbereichen, der Arbeitsplanung und Arbeitssteuerung. Auch Produktionsplanung- und Steuerung oder Fertigungsplanung- und Steuerung genannt ermöglichen diese Bereiche „das Erreichen eines bestmöglichen wirtschaftlichen Arbeitsergebnisses“. ([HbMB11], S. S41)

In Abbildung 9 werden die jeweiligen Aufgaben der Arbeitsvorbereitung, -Planung und -Steuerung beschrieben.

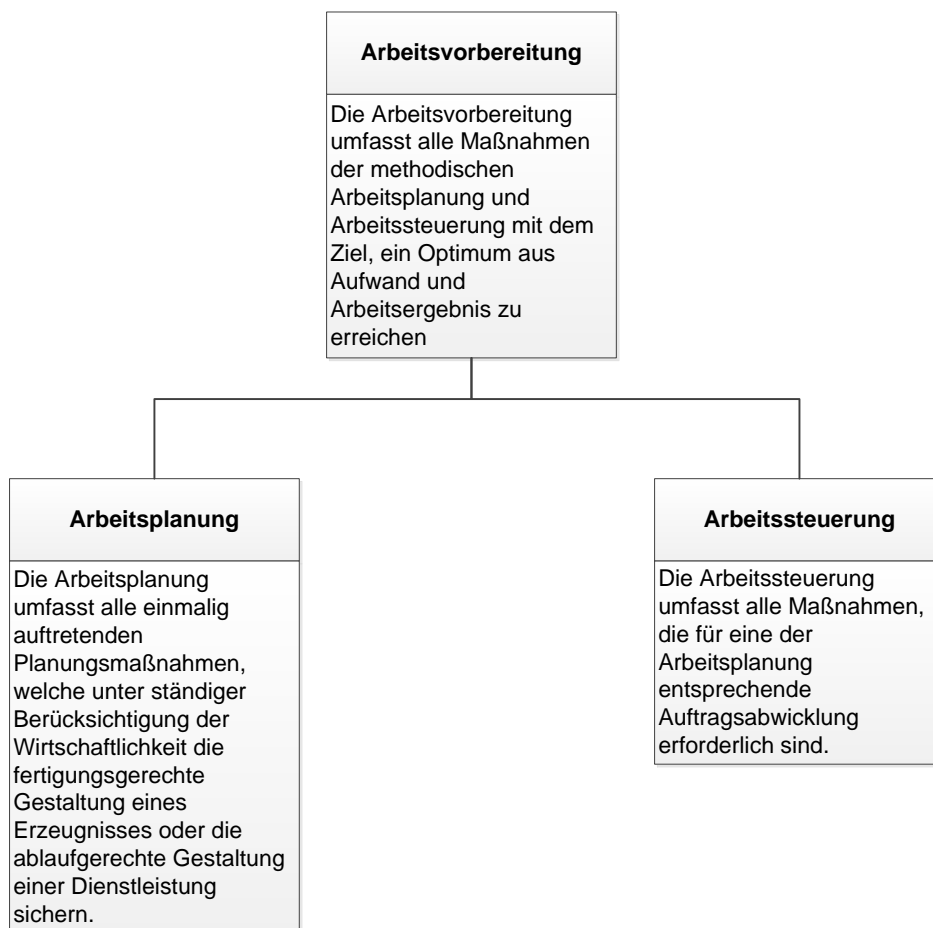


Abbildung 9: Definition der Arbeitsvorbereitung und ihrer Bestandteile nach REFA ([HdMB11], S. S41)

Aufgrund der steigenden Komplexität der Produkte, Fertigungsabläufe und spezieller Technologien wurde die Einführung des Bereiches der Arbeitsvorbereitung in Unternehmen zu Beginn des 20. Jahrhunderts nötig.

Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, Projekte vorzubereiten und die Durchführung der Fertigung terminlich zu planen. ([OidPt96], S. 71)

Im Rahmen der Arbeitsplanung wird festgelegt, was, wie, und womit gefertigt wird. Die Arbeitssteuerung ist dagegen für das wieviel, wann, wo und durch wen gefertigt wird verantwortlich. ([OidPt96], S. 72)

Speziell im Werkzeugbau wird die Arbeitsvorbereitung von den vorherrschenden Randbedingungen erschwert. Da die Werkzeuge als Unikat gefertigt werden, ist die Wiederverwendung bereits erstellter Planungsunterlagen nur mit Anpassung möglich. Des Weiteren liegen im Werkzeugbau unterschiedliche Auftragsstypen mit wechselnden Prioritäten vor. ([WZBmZ98], S. 318)

Unterscheidbare Auftragsarten sind nach ([WZBmZ98], S. 20):

- Neuaufträge für Betriebsmittel,
- Ähnlich- oder Wiederholaufträge,
- Änderungsaufträge,
- Reparatur- und Wartungsaufträge und
- Aufträge für „Feuerwehr“- Reparaturen.

„Feuerwehr“- Reparaturen werden durch ein Versagen des Werkzeuges im laufenden Betrieb notwendig und besitzen höchste Priorität um die hohen Ausfallkosten zu senken. Das Werkzeug wird schnellstmöglich demontiert und repariert, wozu notfalls andere Aufträge unterbrochen werden. Daher ist eine Planung und Steuerung nicht möglich. ([WZBmZ98], S.23)

Meist existieren im Werkzeugbau keine einheitlichen Werkzeug- bzw. Betriebsmittelstrukturen. Daraus folgt eine Erschwerung der systematischen Dokumentation von Planungsdaten und derer Wiederverwendung für andere Aufträge, womit eine ständige Neuplanung notwendig wird. Dies verleitet zur Grobplanung, da nur mit sehr hohem Aufwand unter diesen Bedingungen eine ausführliche Auftragsvorbereitung möglich ist. Wird zu grob geplant, ergeben sich Probleme. So ist aufgrund der geringen Planungssicherheit eine größere Anzahl an Aufträgen notwendig, um einen Leerlauf in der Produktion zu verhindern. Dieser Effekt führt aufgrund längerer Wartezeiten zu einem hohen Termindruck. Dadurch müssen Prioritäten häufig verschoben werden, was ständige Umplanungen erfordert. ([WZBmZ98], S. 318)

Die beschriebenen, sich beeinflussenden Faktoren werden in Abbildung 10 graphisch dargestellt. Resultierende Defizite aus den sich verstärkenden Problemen sind im unteren Teil der Darstellung aufgelistet.

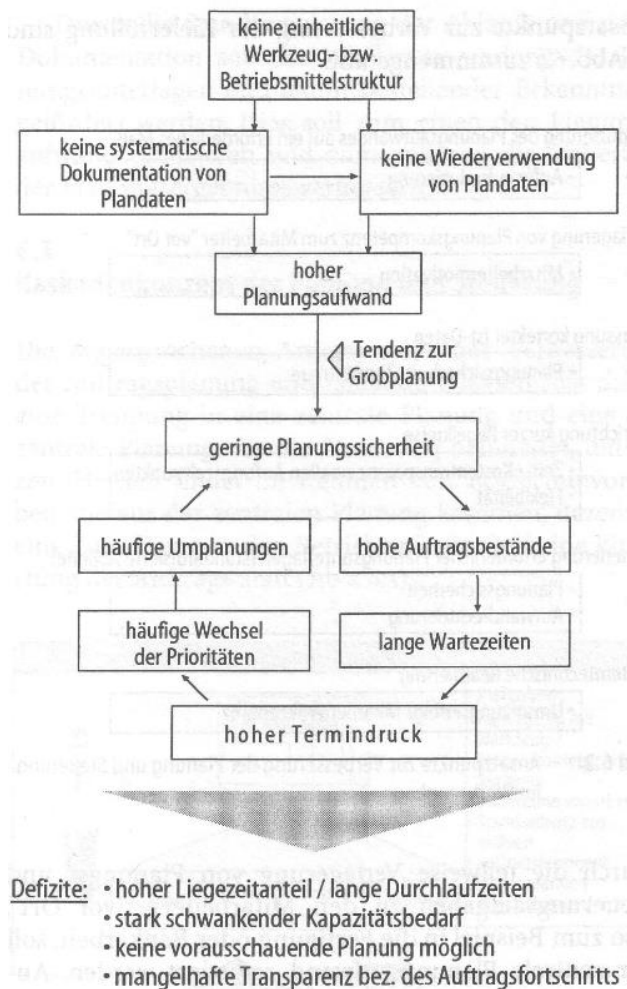


Abbildung 10: Gegenseitige Beeinflussung verschiedener Probleme im Werkzeugbau

2.4.2 Arbeitsplanung

Die Arbeitsteilung lässt sich zum Beispiel hinsichtlich der Fristigkeit unterteilen. Während sich kurzfristige Planungsaufgaben mit der wirtschaftlichen Auftragsabwicklung der Bereiche Fertigung und Montage befasst, besteht das Ziel der längerfristigen Planung darin, „geeignete Maßnahmen für die wirtschaftliche Gestaltung und Auslegung dieser Bereiche zu entwickeln“. ([OidPt96], S. 73)

Allgemein können die Aufgaben der Arbeitsplanung der Arbeitsablaufplanung (auch Prozessgestaltung) und der Arbeitssystemplanung (auch Produktionsmittelgestaltung) zugeteilt werden. Die Arbeitssystemplanung erfolgt in der Kleinserienfertigung produktneutral. ([OidPt96], S.74)

Die Aufgaben der Arbeitsplanung sind in Abbildung 11 dargestellt und zeigen zugeordnete notwendige Planungstätigkeiten wie Planungsvorbereitung, Materialplanung, Stücklistenverarbeitung und der Arbeits-/Montageplanerstellung.

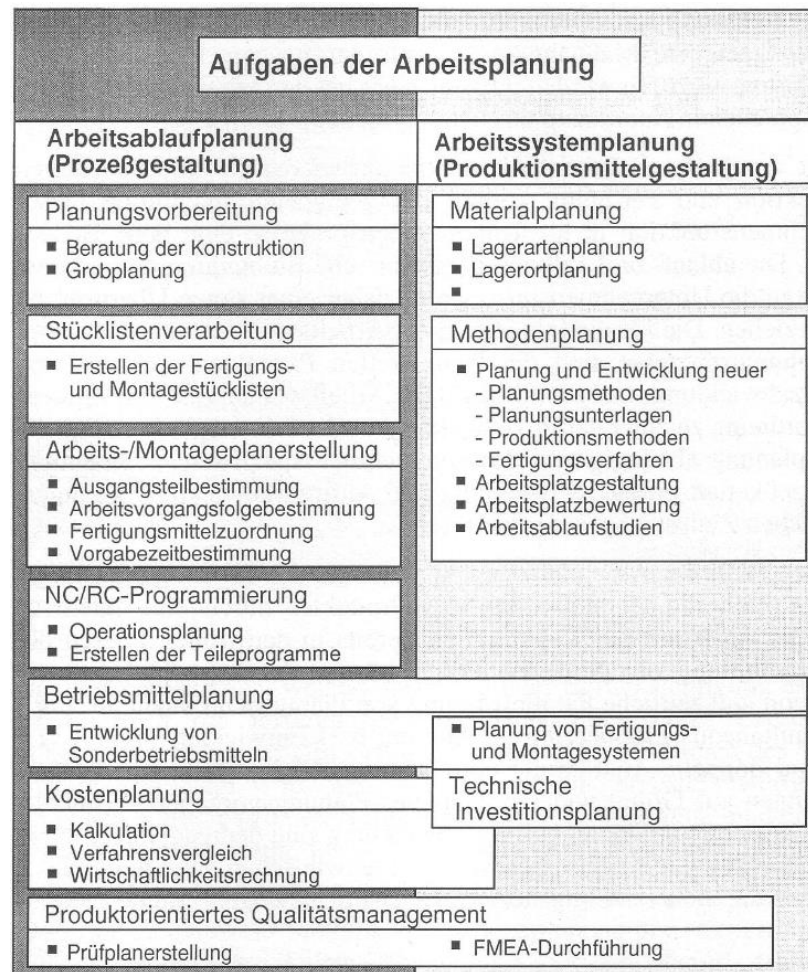


Abbildung 11: Aufgaben der Arbeitsplanung ([OidPt96], S.74)

Die Betriebsmittelplanung und das Qualitätsmanagement erstrecken sich dabei über beide Aufgabengebiete. So gehört die Entwicklung von Sonderbetriebsmitteln und die Prüfplanerstellung der Prozessgestaltung an, während die Planung von Fertigungs- und Montagesystemen und die FMEA-Durchführung der Produktionsmittelgestaltung zugeteilt sind. FMEA ist die Abkürzung für „Failure Mode and Effects Analysis“ was Übersetzt „Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse“ bedeutet. Mögliche Produktfehler werden je nach Bedeutung für den Kunden (B), der Auftretenswahrscheinlichkeit (A), sowie der Wahrscheinlichkeit zur Entdeckung für den Fehler (E) mit einer Kennzahl bewertet. Diese ergibt sich aus der Multiplikation der Bewertungen der aufgezählten Faktoren zwischen 10 (hoch) und 1 (gering). Eine Bewertung des Risikos ist aus dieser Kennzahl allerdings nicht möglich.

2.4.3 Arbeitssteuerung

REFA definiert die Aufgaben der Arbeitssteuerung im „Veranlassen, Überwachen und Sichern der Aufgabendurchführung in Fertigung und Montage hinsichtlich Menge, Termin, Qualität und Kosten“. ([OidPt96], S.76)

Durchgeführt werden diese auf Grundlage in der Arbeitsplanung erstellter Arbeitspläne und Auftragsdaten. Ziele sind nach ([OidPt96], S.76):

- Einhaltung von Terminen,
- kurze Durchlaufzeiten des Materials und geringe Kapitalbindung,
- hohe Auslastung der Kapazitäten und niedrige Betriebsmittel- und Personalkosten.

Die Aufgaben der Arbeitssteuerung werden in Abbildung 12 in drei Kategorien dargestellt.

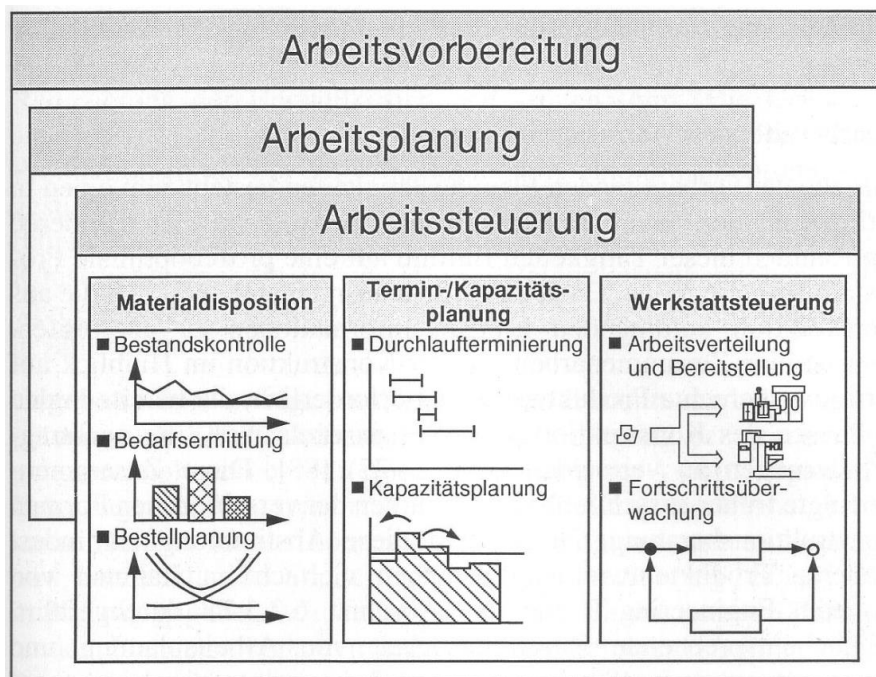


Abbildung 12: Aufgaben der Arbeitssteuerung

Materialdisposition befasst sich mit dem Vergleich von Bedarf an Baugruppen und Einzelteilen einzelner Aufträge und den Lagerbeständen. Weiterhin ist der Zukauf benötigter Materialien darüber geregelt. Die Termin- und Kapazitätsplanung enthält die Durchführung einer Durchlaufterminierung. Dazu werden in Abhängigkeit vom Fertigstellungstermin die Start- und Endtermine einzelner Vorgänge festgelegt. Über die Verteilung dieser Vorgänge auf einzelne Maschinen und Stationen wird die Kapazitätsplanung realisiert. Aufgaben der Werkstattsteuerung sind die Steuerung und Überwachung von Werkstattaufträgen. Unterschieden wird in Arbeitsverteilung und Bereitstellung und Fortschrittsüberwachung. Verteilung und Überwachung können mit Hilfe computertechnikunterstützter Arbeitsplätze über die Rückmeldung des Ist-Zustandes eines Auftrages und der auftretenden Abweichung von der Planung realisiert werden.

3 Analyse der Fertigungszeit und Terminermittlung im Unternehmen

Dieses Kapitel soll die derzeitige Fertigungszeit- und Terminermittlung der Fa. Fischer GmbH erläutern.

3.1 Herstellungsprozess

Im Moment wird der Herstellungsprozess für das gesamte Folgeverbundwerkzeug geplant. Das heißt, nach der Konstruktion wird entschieden welche Bauteile zugekauft werden und welche selbst gefertigt werden müssen. Einige Rohteile werden auch so gekauft, dass die ersten Fertigungsschritte Zuschnitt und Vorschleifen ausgelassen werden können und die erste Bearbeitung mit den CNC-Fräsmaschinen erfolgt. Alle Bauteile durchlaufen die Bearbeitungsschritte Entgraten und Beschriften, Härten, Schleifen nach dem Härten und dem Erodieren Auftragsbezogen auf Rollwägen. Dabei ist egal, dass nicht alle Teile jeden Fertigungsschritt benötigen. Häufig kommt es vor, dass Teile umsortiert werden und damit im Prozess verloren gehen. Mit Hilfe von Produktionsplanungs- und Steuerungssoftware findet nur eine Zeiterfassung dahingehend statt, dass rückgemeldet wird wie lang z.B. am Vorgang „Fräsen“ eines Auftrages des kompletten Folgeverbundwerkzeuges gearbeitet wurde. Dies birgt die Gefahr, dass an den Schichtenden die Arbeitsdauer gleichmäßig auf die Anzahl der bearbeiteten Aufträge verteilt wird und die Arbeitssteuerung falsche Werte von den Mitarbeitern gemeldet bekommt.

3.2 Fertigungszeitermittlung

Die erste grobe Kalkulation zur Ermittlung der Fertigungszeit erfolgt mit Hilfe einer Berechnungsmaske, basierend auf Microsoft Excel. Dabei fließen werkzeugspezifische Daten, wie Werkzeuggröße, Anzahl der Schneidstufen, aus Erfahrungswerten gewonnene Bearbeitungszeiten, etc. ein. Als Ergebnis wird ein Werkzeugpreis ausgegeben, welcher als grober Richtwert, auch für den Kunden, dient. Der Anteil des Preises, welcher die Fertigungskosten darstellt, wird in einer zweiten, auf Microsoft Excel basierenden Tabellenkalkulation aufgegliedert. Den einzelnen Bearbeitungsschritten Konstruktion, Zeichnung, Zuschnitt, Fräsen, Erodieren und Montage werden je nach Aufwand prozentuale Anteile der Fertigungskosten zugewiesen. Dies geschieht auf Grund von Erfahrungswerten.

Mit diesen Teilkosten und einem von der Firma Fischer festgelegtem Stundenverrechnungssatz für jeden Schritt wird die zur Verfügung stehende Zeit für die Fertigungsstationen in Stunden berechnet. Die Erläuterung der Umrechnung dieser Zeit in einen Termin erfolgt in Kapitel 3.3.

Somit wird nicht die benötigte Fertigungszeit, sondern die aufgrund des Preises zur Verfügung stehende Zeit berechnet. Ein höherer Preis ermöglicht damit längere Bearbeitungszeiten und ein niedrigerer Preis kürzere Fertigungszeiten. Bisher hat diese Methode der Zeitermittlung funktioniert, da die erwähnten prozentualen Anteile bis auf ihre jetzigen Werte schrittweise angepasst wurden. Allerdings ist dies eine sehr grobe Planung, was genau die in Kapitel 2.4.1 Abbildung 10 aufgezeigten Probleme nach sich zieht.

3.3 Ist-Terminplanung

Unter Einbezug des Schichtsystems, was eine Eingabe in Form von Normalschicht, 2-Schicht oder 3-Schicht bedeutet, eines Zeitpuffers und der Anzahl der beteiligten Mitarbeiter pro Schritt wird eine Dauer in Tagen für jeden Bearbeitungsschritt errechnet. Mit der Methode der Rückwärtsterminierung wird schlussendlich die Terminplanung für jeden Bearbeitungsschritt erledigt. Da die Planung lang vor dem ersten Arbeitsschritt erfolgt und somit bei einem Auftragseingang nur der Liefertermin existiert, ist eine Vorwärtsterminierung nicht möglich. Alle Berechnungen und Terminierungen erfolgen mit Hilfe der Excel-Tabellenkalkulation. Innerhalb dieser Excel-Tabelle werden die Termine unter Zuhilfenahme von Fortschrittsbalken innerhalb eines Kalenders visualisiert und mit aus der Fertigung rückgemeldeten Daten aktualisiert. Die Kapazitätsbetrachtung erfolgt über einen wochenweisen Vergleich der vorhandenen Kapazitäten und der benötigten Kapazitäten in den Bereichen Konstruktion, Zeichnung, Zuschnitt, Fräsen, Erodieren und Montage aus den zuvor ermittelten und rückgemeldeten Daten.

4 Konzeption der Fertigungszeit und Terminermittlung für Folgeverbundwerkzeuge

Kapitel 4 befasst sich mit der zukünftigen Fertigungszeit- und Terminermittlung.

4.1 Ermittlung der Fertigungszeiten

Als Ergebnis dieser Arbeit, soll sich von der bisherigen Berechnung der Fertigungszeiten aus dem Werkzeugpreis abgewendet werden. Dazu ist eine Ermittlung dieser Zeiten auf andere Art und Weise nötig. Möglich ist dies über die in Kapitel 3.2 erwähnte Berechnungsmaske. In ihr sind alle, zur Fertigung der Bauteile eines FVW, notwendigen Bearbeitungen aufgeführt. Jedes Bauteil hat dabei seine eigenen Fertigungszeiten für Vorgänge wie z.B. Vorbohren, Durchgangsbohrung, Reiben, Fräsen, Erodieren und Schleifen. Stillstandszeiten werden ebenso aufgeführt. Diese setzen sich aus Rüstzeiten wie Programm schreiben/testen, Werkzeuge vorbereiten, Werkstück vorbereiten und Maße prüfen zusammen, welche sich wiederum aus verschiedenen festgelegten Fertigungskonstanten ergeben. Ebenso als Fertigungskonstanten sind in den Stillstandszeiten diverse Nebenzeiten enthalten.

Um eine Verbindung zu den, in der genannten Masterarbeit, angelegten Bauteilgruppen herzustellen, sind die Bauteile in diese fünf Gruppen (Gestellplatten, Aktivteile, gehärtete Zubehörteile, ungehärtete Zubehörteile, Drehteile) entsprechend ihrer Fertigungsfolge aufzuteilen.

Die einzelnen Vorgangszeiten für jedes Bauteil müssen den Bearbeitungsstationen (Zuschnitt, Vorschleifen, Fräsen, Drehbearbeitung, Schleifen nach Härten und Erodieren) in der Werkhalle zugeordnet werden. Werden die Zeiten jeder Bearbeitungsstation addiert ergibt sich der Zeitbedarf für jede Bauteilgruppe. Eine Addition über alle Gruppen ergibt die notwendige Bearbeitungszeit für alle Bauteile.

4.2 Soll-Terminplanung

Die beschriebene Planung ermöglicht zurzeit nur eine Berechnung des kompletten Werkzeuges. Jetzt soll die Fertigungszeitermittlung in einem ersten Schritt soweit verfeinert werden, dass erkennbar ist, wie viel Zeit für jede Bauteilgruppe (Kapitel 1.2, Tabelle 1) des Werkzeuges in den jeweiligen Bearbeitungsschritten benötigt

wird. Mit Hilfe des terminlichen Ablaufes der Herstellung und der Aufbewahrung der Bauteile in farbig markierten Kisten, ist es dann im Fall eines zeitlichen Verzuges möglich die Problemgruppe und damit die ihr zugewiesenen Bauteile zu ermitteln.

Mit vorhandenen Daten zur Bauteilfertigung wird eine neue Übersicht erstellt. Aus dieser können die Bearbeitungszeiten der einzelnen Bauteilgruppen auf einen Blick entnommen werden. Damit ist es nicht mehr nötig die Zeiten über die Fertigungskosten und den auf Erfahrungen basierenden prozentualen Anteilen der Fertigungsschritte an den Kosten zu ermitteln. Unter Verwendung des entsprechenden Schichtsystems kann direkt die benötigte Herstellungsdauer für die Bauteilgruppen in Tagen berechnet und auf einem Ausdruck dem Fertigungsauftrag beigelegt werden.

Für die Mitarbeiter in der Fertigung ist damit erkennbar, wie viel Tage für bestimmte Bearbeitungen geplant sind. Des Weiteren ist auf dem Ausdruck aufgestellt in welchem Zeitraum der jeweilige Fertigungsschritt durchzuführen ist. Sollten z.B. durch plötzliche Erkrankung Termine nicht einzuhalten sein, kann so durch eine Rückmeldung aus der Werkhalle frühzeitig ein Verzug bemerkt werden. Außerdem ist für die Mitarbeiter schnell ersichtlich, welcher Auftrag aufgrund seiner Fertigungstermine Vorrang hat.

5 Teilumsetzung

Das fünfte Kapitel stellt dar, wie und in welchem Umfang die vorhandene Softwarelösung für die Umsetzung vorbereitet und der Teil der Fertigungszeitermittlung realisiert wurde. Enthalten ist des Weiteren eine kurze Erläuterung der Skriptsprache VBA für die Steuerung von Abläufen, die in der Erweiterung Anwendung fand.

5.1 Vorbereitung

Bevor die auf Excel basierende Softwarelösung (in den Kapiteln 3 und 4 als Berechnungsmaske bezeichnet) erweitert werden konnte, musste der Aufbau dieser verstanden werden. So bestand die Datei bereits aus 20 Tabellenblättern. Von diesen waren jedoch nicht alle von Bedeutung für die Arbeit. Die existierenden Tabellenblätter stehen jeweils für eine Bauteilgruppe, welche sich allerdings von den in Kapitel 1.2 genannten unterscheiden. Daher war es notwendig die in den 20 bestehenden Bauteilgruppen enthaltenen Bauteile auf die fünf zukünftigen Gruppen aufzuteilen. Die Zuordnung wurde zum einen Teil aus der Masterarbeit ([MzBdB]) übernommen und zum anderen Teil nach Bearbeitungsablauf und Sinnhaftigkeit erledigt.

Einige aufgeführte Bauteile, wie zum Beispiel Federn, sind Zukaufteile und erfordern keine Bearbeitung. Da diese aber zusammen mit Führungen in einem Tabellenblatt enthalten sind, wurde „Federn und Führungen“ den gehärteten Zubehörteilen zugeordnet. Wenngleich hierbei auf den ersten Blick eine Logiklücke auftritt, da Federn nicht gehärtet werden dürfen, Führungen aber schon, wird damit eine gewisse Konstanz in der Begriffsübernahme aus dem bestehenden Teil der Softwarelösung in den neuen Teil geschaffen.

Für die neue Bauteilgruppe „Drehteile“ ließ sich kein Bauteil eindeutig zuordnen. Nach Rücksprache mit der Geschäftsführung wurde so verblieben, dass hauptsächlich alle ehemaligen Bauteile und Gruppen untergebracht sein müssen. Somit wurde „Drehteile“ später zwar angelegt, aber nicht weiter beachtet.

Daraus ergibt sich folgende Übersicht in Tabelle 5:

Tabelle 5: Aufteilung alter Bauteilgruppen in neue Gruppen

neue Bauteilgruppe	Bauteile aus alten Bauteilgruppen
Gestellplatten	obere Aufspannplatte Kopfplatte Führungsplatte Grundplatte untere Aufspannplatte Montageplatte
gehärtete Zubehörteile	obere Druckplatte untere Druckplatte Federn und Führungen Führungsleisten Wechselteil Stempel Druckplatte Streifenheberleisten Streifenheber (länglich) Streifenheber (oval)
ungehärtete Zubehörteile	Stempelhalteplatte Distanzen bzw. Hubbegrenzer Pressenzentrierung Schieber
Aktivteile	Niederhalteplatte Schnittplatte Lochstempel Schneidstempel Biegestempel
Drehteile	-

Zum Zweck der weiteren Vorbereitung wurden alle Gruppen, Bauteile und die jeweils notwendigen Bearbeitungsschritte auf Papier notiert. Die entsprechenden Zellenpositionen, in Excel, der Bearbeitungszeiten jedes Schrittes ergänzten die Übersicht auf Papier. Aufgrund der großen Anzahl von über 700 verschiedenen Bearbeitungszeiten stellte die Übernahme der Zeiten aus den 20 Tabellenblättern in ein einziges einen kritischen Punkt in der Vorbereitung dar. Durch mehrfache Kontrolle der notierten Bearbeitungen und ihrer Position in der Tabellenkalkulation konnte damit später beim Erstellen der Übersicht in Excel kein Bauteil oder Fertigungsschritt übersehen werden.

Während des Erstellens wurde trotzdem, vor allem beim Auftreten einer Null, noch einmal nachgeschaut ob die entsprechende Zelle tatsächlich keine Zeit aufweist. Nullen existieren immer dann, wenn bestimmte Bearbeitungen an einem Bauteil nicht in jedem Auftrag erforderlich sind. Die zur Erweiterung genutzte Version der Datei berechnet einen Auftrag in dem einige Arbeitsschritte nicht notwendig waren, daher sind in Abbildung 13 einige „Nullzeiten“ und in Abbildung 14 für das Erodieren keine Zeit angegeben. Das heißt, in manchen Aufträgen war ein Erodieren der entsprechenden Bauteile einer Bauteilgruppe nötig, in dem erweiterten allerdings nicht.

5.2 Erstellen der Übersicht in Excel

Mit Hilfe der Vorbereitungen war es möglich eine Aufstellung über alle neuen Bauteilgruppen, ihre zugeteilten Bauteile, den benötigten Fertigungsschritten und Bearbeitungszeiten in einem neuen Tabellenblatt zu erstellen. Ein Auszug dieser Aufstellung ist in Abbildung 13 dargestellt. Die rechts angeordneten Zahlen sind in Reihenfolge der Schriftgröße:

- Gesamtbearbeitungszeit der Bauteilgruppe „Gestellplatten“
- Gesamtbearbeitungszeit des Bauteils „oberen Aufspannplatte“
- Bearbeitungszeiten jedes Fertigungsschrittes des Bauteiles in Minuten

Eingerückte Bearbeitungen wie zum Beispiel „Bohren“ und „Gewinde“ des Fertigungsschrittes „Gewindelöcher für Befestigung der oberen Hauptdistanzen“ stellen eine Unterteilung dar. In diesem Fall wird zuerst gebohrt und anschließend ein Gewinde in die Bohrung geschnitten, weshalb die Zeit des Fertigungsschrittes aus den Zeiten der Teilfertigung gebildet wird. Eine komplette Auflistung der Fertigungszeitermittlung über alle Bauteilgruppen findet sich in Anlage D.

Gestellplatten	5850,12
obere Aufspannplatte	407,13
Stillstandszeit	130,00
Zentrierbohrungen	7,75
Vorsenken von Gewinden	2,92
Gewindelöcher für Befestigung der oberen Hauptdistanzen	10,82
Bohren	7,68
Gewinde	3,14
Gewindelöcher für Druckplatte	0,00
Tasche für Druckplatte	0,00
Stufenbohrung für Befestigungsschraube mit Kopfplatte	105,51
Bohren	94,59
Fräsen	10,92
Stiftbohrung für Befestigung mit Kopfplatte	39,96
Bohren	8,82
Passung	17,55
Bohren	13,59
Durchgangsbohrung von Druckstück	0,00
Durchgangsbohrung für Befestigung der Schneidstempel	55,54
Durchgangsbohrung für Befestigung der Biegestempel	35,97
Zentrierzapfen	0,00
Aussparung Spannnuten	0,00
Seitenkerben für Aufspannung	18,65

Abbildung 13: Auszug aus der Aufstellung der Fertigungszeiten

Alle in Tabelle 5 aufgelisteten Bauteile sind nach diesem Muster untereinander dargestellt. Um einen schnellen Zugriff auf die Daten einzelner Bauteilgruppen oder Bauteile zu erhalten, wurden Schaltflächen mittels VBA im oberen Bereich des Tabellenblattes angelegt. Diese ermöglichen einen „Sprung“ in die entsprechende Zeile des gesuchten Gegenstandes. Näheres wird dazu in Kapitel 5.3 erklärt.

In der ersten Zeile des Blattes werden alle Gesamtbearbeitungszeiten der Bauteilgruppen zur Berechnung der Fertigungszeit des Folgeverbundwerkzeuges genutzt. Dieser Wert wird aufgerundet sowohl in Minuten als auch in Stunden ausgegeben. Da diese Daten zur Planung genutzt werden, wird entgegen der Rundungsregeln immer aufgerundet. Somit wird eher zu viel aber niemals zu wenig Zeit für die Fertigung vorausberechnet.

Weiterhin wurde aus der Aufstellung eine zweite Übersicht (Abbildung 14) für jede Bauteilgruppe gebildet. In dieser werden die notwendigen Zeiten für die Vorgänge Zuschnitt, Vorschleifen, Fräsen, Schleifen nach härten und Erodieren jeder Bauteilgruppe berechnet. Sollten in Zukunft Bauteile oder Arbeitsgänge zur Fertigung dieser dazukommen, sind die Werte manuell zu ergänzen. Um auszuschließen, dass ein Bearbeitungswert durch die manuelle Eingabe vergessen wird, erfolgt die Abfrage „Alle Werte erfasst?“. Dazu wird die Summe der Zeiten der Vorgänge mit der Gesamtbearbeitungszeit der Bauteilgruppe verglichen und durch „JA“ mit grünem Hintergrund oder „NEIN“ mit rotem Hintergrund ausgegeben. Die Werte der Abbildungen 13 und 14 entstammen der

Bauteilgruppe „Gestellplatten“ und können damit hier verglichen werden. Die Summe der Werte aus Abbildung 14 ergibt 5850,13 und nicht 5850,12 wie in Abbildung 13. Dennoch wird von Excel ausgegeben, dass alles in Ordnung sei. Grund dafür ist, dass die dargestellten Werte auf zwei Nachkommastellen gerundet sind, Excel aber mit den ungerundeten Werten rechnet.

davon	Zuschnitt		33,95
	Vorschleifen		45,00
	Fräsen		5771,18
	Erodieren		0,00
	Alle Werte erfasst?		JA

Abbildung 14: Übersicht der Vorgangszeiten der Bauteilgruppe „Gestellplatten“

Die Arbeitsschritte „Härten“ und „Schleifen nach härten“ sind in der Übersicht nicht mit aufgeführt, da Gestellplatten nicht gehärtet werden. Bei Bauteilgruppen, die zu härtende Bauteile enthalten, sollen für das Härten als fester Wert fünf Tage geplant sein, da dieser Bearbeitungsschritt von einer benachbarten Härtereier durchgeführt wird.

Für das komplette Folgeverbundwerkzeug wurde eine Gesamtübersicht aus allen Übersichten der Bauteilgruppen angefertigt. Zusätzlich werden die Zeiten dort in vollen Stunden angegeben.

5.3 Visual Basic for Applications

5.3.1 Einleitung

Die Abkürzung VBA steht für Visual Basic for Applications. VBA ist eine von Microsoft entwickelte Skriptsprache, die in allen Microsoft-Office-Produkten Anwendung findet. Genutzt wird sie zur Steuerung von Abläufen, was im Lauf dieses Kapitels deutlicher wird. Dieses Kapitel dient hauptsächlich dazu, die mittels VBA erstellten Schaltflächen im Rahmen der Diplomarbeit zu verstehen und später bei Änderungsbedarf modifizieren zu können. In Anlage B ist der Kopf der Fertigungszeitermittlung mitsamt den Schaltflächen dargestellt.

Um VBA in Excel verwenden zu können, ist es notwendig die sogenannten Registerkarte „Entwicklertools“ einzublenden. Dies geschieht bei Excel 2010 über

die Schaltfläche „Datei“ in der linken oberen Ecke → im neuen Fenster „Optionen“ → im neuen Fenster „Menüband anpassen“ → rechtsseitig den Haken vor „Entwicklertools“ setzen.

Sollen wie in diesem Fall bestehende Codes verändert werden, wird wie folgt verfahren. Zuerst auf den Tabellenblattbezeichner, hier Folgeverbundwerkzeug, rechtsklicken und im Drop-up Menü „Code anzeigen“ auswählen (Abbildung 15).

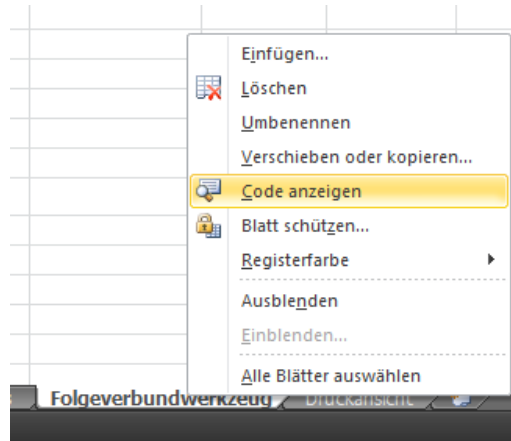


Abbildung 15: Schritt eins VBA Code ändern

Danach öffnet sich ein neues Fenster, Abbildung 16, in dem links das Modul ausgewählt werden muss in welchem sich der Code befindet. In diesem Fall Modul 2.

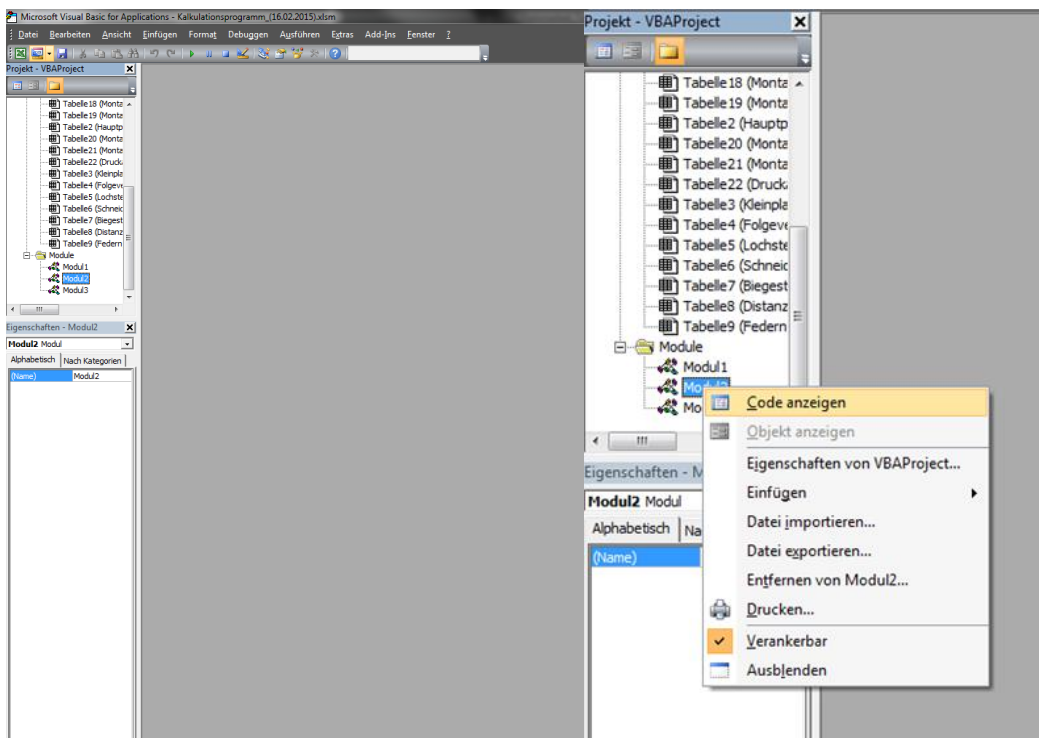


Abbildung 16: Schritt zwei VBA Code ändern, links Fenster groß, rechts Nahaufnahme

Sollte die Möglichkeit zur Auswahl nicht bestehen, ist in dem in Abbildung 16 dargestellten Fenster die Tastenkombination Strg + R zu drücken und der Projektmanager erscheint wie dargestellt am linken Rand. Anschließend wird auf Modul 2 ein Rechtsklick ausgeführt und im sich öffnenden Menü „Code anzeigen“ per Linksklick ausgewählt. Nun öffnet sich das letzte und wichtigste Fenster in dem großen grauen freien Feld, welches in Abbildung 17 gezeigt ist.

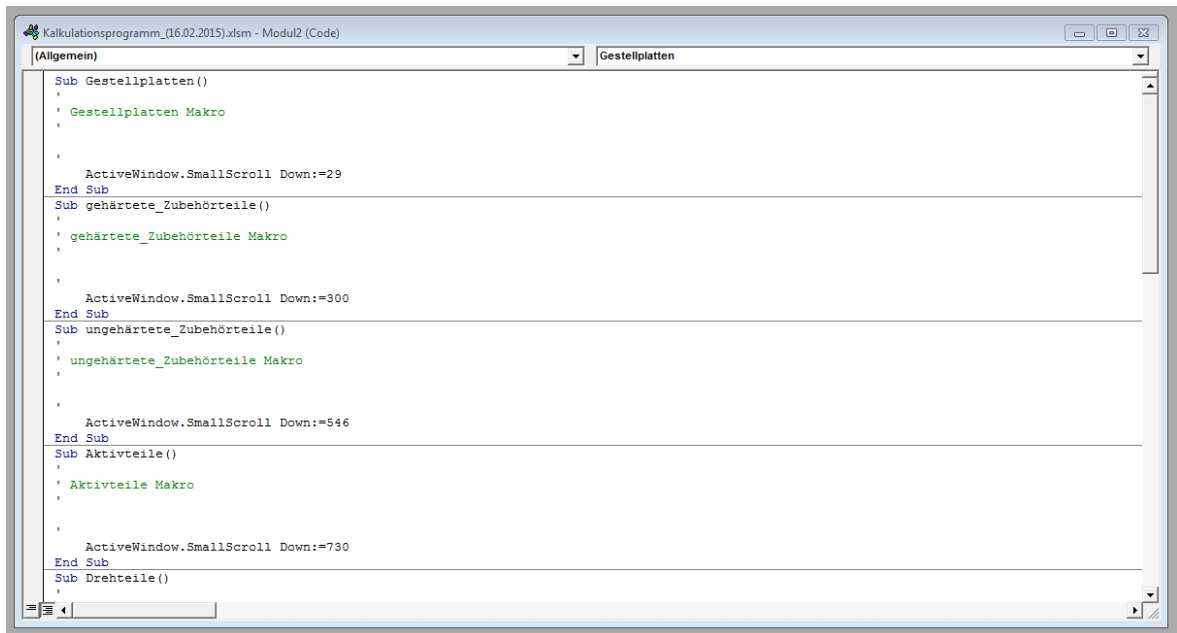


Abbildung 17: Schritt drei VBA Code ändern

In diesem Fenster sind, wenn man bis an das Ende scrollt, alle angelegten Makros zu sehen. Diese geben vor, was bei drücken der angelegten Schaltflächen passiert. Nach einer Änderung muss das Fenster nicht geschlossen werden, die Änderung wird sofort wirksam. Das Speichern erfolgt im gewohnten Excel Fenster über Datei → Speichern.

5.3.2 Schaltfläche für Bauteilgruppen

Zur Erläuterung der Funktionsweise dieser Schaltfläche wurde das Makro für den „Sprung“ zur Bauteilgruppe „Gestellplatten“ gewählt. Alle weiteren Makros sind in Anlage C zu sehen.

Das in der ersten Zeile enthaltene „Sub“ steht für Unterroutine und wurde in diesem Fall mit dem Makro „Gestellplatten“ definiert. Alles was darunter steht wird bei Betätigen der Schaltfläche ausgeführt. Ausnahmen sind Zeilen mit einem Hochkomma (Strg + # -Taste). Diese werden nicht ausgeführt und stellen Notizen dar. In der vorletzten Zeile der Abbildung 18 wird mit „Down:=29“ bestimmt, wie viele Zeilen im aktuellen Tabellenblatt nach unten gescrollt werden soll. Ausgangszelle ist immer A1.

5.3.4 Schaltfläche zur direkten Suche

Mit diesem Makro ist es möglich innerhalb der geschaffenen Übersicht nach einzelnen Bauteilen zu suchen. Dazu werden mittels „Dim...As...“ Zelle und Name als Variablen deklariert. Zelle ist dabei ein Bereich und Name eine Zeichenfolge. Die Variable Name ist hier ein Eingabefeld was sich mit der Aufforderung „Bitte Bauteilbezeichnung eingeben“ durch Klick auf die Schaltfläche öffnet. Wird nichts eingegeben schließt sich das Fenster und das Makro wird nicht weiter ausgeführt. Erfolgt eine Eingabe wird im Bereich „A1:A1000“ nach dieser Eingabe gesucht. Konnte das Bauteil gefunden werden, erfolgt ein „Sprung“ in die Zelle des Tabellenblattes, in welcher der Begriff vorkommt. Wird der eingegebene Begriff nicht gefunden gibt ein Fenster „Bauteil nicht vorhanden!“ aus.

```
Sub Direkte_Suche()  
  
Dim Zelle As Range  
Dim Name As String  
Name = InputBox("Bitte Bauteilbezeichnung eingeben!")  
If Name = "" Then Exit Sub  
ActiveSheet.Range("A1:A1000").Select  
For Each Zelle In Selection  
If Zelle = Name Then  
Zelle.Select  
Exit Sub  
End If  
Next Zelle  
MsgBox "Bauteil nicht vorhanden!"  
  
End Sub
```

Abbildung 20: Direkte Suche Makro

Wenn in Zukunft neue Bauteile hinzukommen und die Übersicht erstreckt sich dann über Zeile 1000 hinaus, muss nur der eine Wert im Makro von 1000 auf beispielsweise 1030 erhöht werden.

6 Umsetzung

In diesem Kapitel wird die Umsetzung des zweiten Teiles der Diplomarbeit, der Terminermittlung, aufgezeigt und erläutert.

6.1 Erstellen der druckbaren Übersicht

Um die ermittelten Daten dem Fertigungsauftrag beilegen zu können, war es notwendig eine druckbare Übersicht in Excel zu erstellen. Diese gleicht einem Formblatt. In Anlage A sind alle erstellten Seiten einzusehen. Zur eindeutigen Zuordnung der Seiten zu einem Auftrag ist die Eingabe der Werkzeug-Nummer, einer Bezeichnung oder Zeichnungsnummer und des Kunden erforderlich. Damit keine Angabe vergessen wird, sind die entsprechenden Zellen solange rot gefärbt, bis etwas anderes als „xxx“ darin steht. Eine Eingabe in Seite 1 genügt, da alle Felder der nachfolgenden Seiten automatisch gefüllt werden. Außerdem ist innerhalb der Datei ein Startdatum des Auftrags anzugeben. Dieses wird auf Seite 1 als Start der Konstruktion übernommen. Nach Vorgabe der Firma bezieht sich die Dauer der Konstruktion und Montage auf die Fertigung. Davon ausgehend, dass alle drei Bereiche 100% ergeben und die mechanische Fertigung 65% der Zeit beansprucht, entfallen auf die Konstruktion 15% und die Montage 20%. Weiterhin ist auf Seite 1 Platz für eine technische Zeichnung oder Abbildung des zu fertigenden Folgeverbundwerkzeuges. Alle Seiten sind nummeriert. Sollte also ein Blatt abhandenkommen, wird dies bemerkt.

Auf den Seiten 2-5 der Druckansicht in Anlage A sind im oberen Bereich alle nötigen Bearbeitungszeiten der Bauteilgruppen gehärtete Zubehöerteile, Aktivteile, ungehärtete Zubehöerteile und Gestellplatten an den Stationen Zuschnitt, Vorschleifen, Fräsen, Härten, Schleifen nach Härten und Erodieren in Stunden aufgelistet. Weiter unten finden sich die Zeiträume, in denen die Bearbeitungen, je nach eingegebenem Startdatum stattfinden. Wie diese berechnet werden, wird in Kapitel 6.2 beschrieben.

6.2 Berechnung der Fertigungstermine

6.2.1 Konstruktion, mechanische Fertigung gesamt, Montage

In Kapitel 5 wurde erläutert wie die Fertigungszeiten in Minuten ermittelt werden. Da diese Art der Angabe auf den dem Auftrag anzuhängenden Blättern keinen Sinn macht, wurden alle Fertigungszeiten an den Bearbeitungsstationen in

Stunden umgerechnet. Ursprünglich war geplant die Kalenderwochen zu berechnen, in denen die jeweilige Bearbeitung stattfindet. Excel bietet allerdings mit den Funktionen „WOCHENTAG“ und „ARBEITSTAG“ die Möglichkeit, genaue Datumsangaben mit den Bearbeitungszeiten in Stunden zu berechnen.

Bei der manuellen Eingabe durch Menschen können immer Fehler passieren. Das ist auch der Grund, warum das Startdatum der Berechnung nicht direkt in Seite 1 (Anlage A) eingegeben wird. Das Datum wird mit Hilfe folgender Formel unter der Bedingung übernommen, dass es sich dabei um keinen Samstag oder Sonntag handelt:

Excel-Formel 1:

```
=WENN(WOCHENTAG(B10;2)=ODER(1;2;3;4;5);B10;WENN(WOCHENTAG(B10;2)=6;B10+2;WENN(WOCHENTAG(B10;2)=7;B10+1;B10)))
```

Die Formel „WOCHENTAG“ wandelt das angegeben Datum, hier in B10 befindlich, in eine Zahl zwischen eins bis sieben um. Eins steht für den Montag, sieben für den Sonntag. Wird von ihr eine Zahl zwischen eins und fünf ausgegeben, erfolgt die Übernahme des Datums aus B10. Wird hingegen eine sechs (Samstag) oder sieben (Sonntag) ausgegeben, addiert obenstehende Formel entweder zwei oder eins dazu, um auf den nächsten Montag zu kommen. Das Datum dieses nächsten Montages würde dann auf Seite 1 als Start der Konstruktion auftauchen.

Um das Enddatum der Konstruktion zu bestimmen, ist eine ähnliche Formel im Einsatz:

Excel-Formel 2:

```
=WENN(WOCHENTAG(ARBEITSTAG(F38;D38/8;Folgeverbundwerkzeug!$Q$4:$Q$15);2)=ODER(1;2;3;4;5);ARBEITSTAG(F38;D38/8;Folgeverbundwerkzeug!$Q$4:$Q$15);WENN(WOCHENTAG(ARBEITSTAG(F38;D38/8;Folgeverbundwerkzeug!$Q$4:$Q$15);2)=6;ARBEITSTAG(F38;D38/8;Folgeverbundwerkzeug!$Q$4:$Q$15)+2;WENN(WOCHENTAG(ARBEITSTAG(F38;D38/8;Folgeverbundwerkzeug!$Q$4:$Q$15);2)=7;ARBEITSTAG(F38;D38/8;Folgeverbundwerkzeug!$Q$4:$Q$15)+1;ARBEITSTAG(F38;D38/8;Folgeverbundwerkzeug!$Q$4:$Q$15))))
```

Der Unterschied zu Excel-Formel 1 besteht darin, dass zum Startdatum (F38) die vorgesehene Zeit (D38) dazugerechnet wird. Dabei muss bedacht werden, dass die Konstruktion Normalschicht arbeitet, d.h. die vorgesehene Zeit in Stunden durch acht geteilt werden muss. Über die Formel „ARBEITSTAG“ erfolgt während der Berechnung der Abgleich der Daten innerhalb des Zeitraums mit festgelegten Feiertagen (Tabellenblatt Folgeverbundwerkzeug, Zelle Q4 bis Q15). Da an Feiertagen nicht gearbeitet wird, werden diese nicht als Arbeitstag gezählt. Sollte

also einer dieser Tage im Zeitraum liegen verschiebt sich das Enddatum entsprechend nach hinten. Für das Enddatum erfolgt wiederum die Prüfung auf Samstag oder Sonntag (Formel 1), wie eben beschrieben.

Nach Absprache mit der Geschäftsführung wurde festgelegt, dass nachfolgende Bearbeitungen immer einen Tag nach der vorhergehenden Bearbeitung beginnen. Wenn der Endtermin des Vorgängers auf Freitag liegt, ist es möglich, dass durch „+1“ in der Excel-Formel ein Samstag berechnet wird. Daher ist eine dritte Formel nötig um den Start der mechanischen Bearbeitung zu berechnen:

Excel-Formel 3

```
=WENN(WOCHENTAG(G38+1;2)=ODER(1;2;3;4;5);G38+1;WENN(WOCHENTAG(G38+1;2)=6;G38+3;G38+1))
```

Sollte durch das „+1“ ein Samstag zustande kommen, werden zusätzlich „+2“ addiert um auf den nächsten Montag zu kommen. Die Kontrolle auf Sonntag wie in Excel-Formel 1 entfällt, da durch die vorhergehenden Formeln Samstag nicht aus Ausgangsdatum existieren kann. Die Berechnung des Enddatums der mechanischen Fertigung erfolgt über Excel-Formel 4:

Excel-Formel 4

```
=WENN(WOCHENTAG(MAX(N69;V71;AD67;AL65);2)=ODER(1;2;3;4;5);MAX(N69;V71;AD67;AL65);WENN(WOCHENTAG(MAX(N69;V71;AD67;AL65);2)=6;MAX(N69;V71;AD67;AL65)+2;WENN(WOCHENTAG(MAX(N69;V71;AD67;AL65);2)=7;MAX(N69;V71;AD67;AL65)+1;MAX(N69;V71;AD67;AL65))))
```

Mit Hilfe dieser Formel werden die Endtermine aller letzten Bearbeitungsschritte der Bauteilgruppen gehärtete Zubehöerteile, Aktivteile, ungehärtete Zubehöerteile und Gestellplatten verglichen und der späteste Termin auf Samstag/Sonntag geprüft. Dieser Wert wird anschließend als Enddatum der mechanischen Fertigung gesetzt. Die Berechnung des Montagezeitraumes erfolgt auf Grundlage dieses Enddatums und der Excel-Formeln 2 und 3.

6.2.2 Mechanische Fertigung detailliert

Damit nicht alle Bauteilgruppen zur selben Zeit an der Station „Zuschnitt“ starten, wurde eine Art Priorität in die Berechnung eingeführt. Diese existiert in ähnlicher Weise bereits im Unternehmen. So bezieht sich nur der Zuschnitt der Bauteilgruppe „gehärtete Zubehöerteile“ direkt auf das Startdatum der mechanischen Fertigung. Bauteilgruppe „Aktivteile“ bezieht sich auf das Ende der gehärteten Zubehöerteile, ungehärtete Zubehöerteile auf das Enddatum der Aktivteile und Gestellplatten auf das Enddatum der ungehärteten Zubehöerteile.

Mit Excel-Formel 5 werden die Endtermine der jeweiligen durchzuführenden Bearbeitungen berechnet:

Excel-Formel 5

```
=WENN(WOCHENTAG(ARBEITSTAG(L59;N80-1;Folgebundwerkzeug!$Q$4:$Q$15);2)=6;ARBEITSTAG(L59;N80-1;Folgebundwerkzeug!$Q$4:$Q$15)+2;WENN(WOCHENTAG(ARBEITSTAG(L59;N80-1;Folgebundwerkzeug!$Q$4:$Q$15);2)=7;ARBEITSTAG(L59;N80-1;Folgebundwerkzeug!$Q$4:$Q$15)+1;WENN(N80=0;L59;ARBEITSTAG(L59;N80-1;Folgebundwerkzeug!$Q$4:$Q$15))))
```

Die Aufgaben dieser Formel unterscheiden sich nicht groß von denen der Excel-Formel 2. Hier sind vor allem das Ende der vorletzten Zeile und die letzte Zeile wichtig. Die in Kapitel 5.1 erwähnten „Nullzeiten“ werden in diesen knapp zwei Zeilen bedacht. Sollte eine Bearbeitungszeit bei null Stunden liegen, was nur geht wenn auch der Minutenwert null beträgt, wird das Startdatum auch als Enddatum gesetzt. Weiterhin ist die Datumswahrnehmung von Excel zu beachten. Erklären lässt sich dies an einem Beispiel in Tabelle 6.

Tabelle 6: Datumswahrnehmung

Betrachter	Startdatum	Bearbeitungszeit in Tagen	Enddatum
Excel	02.11.2015	3	05.11.2015
Mensch	02.11.2015	3	04.11.2015

Zu erkennen ist, dass Excel die Differenz zwischen zwei Daten mit Hilfe der Tage bildet. Excel „weiß“ nicht, dass im Beispiel der 02.11.2015 bereits ein Arbeitstag ist sondern beginnt erst ab dem 03.11.2015 so zu rechnen. Der Mensch nimmt den 02.11.2015 hingegen bereits als Arbeitstag wahr, weshalb das Enddatum der beiden Betrachter einen Tag auseinander liegt.

Um diesen Unterschied zu beheben, wird von jeder Bearbeitungszeit ein Tag abgezogen. Dabei geht keine benötigte Zeit verloren, die Minderung behebt nur den Unterschied in der Ausgabe des Datums.

Nicht jede Station im Unternehmen arbeitet im selben Schichtsystem. Tabelle 7 stellt die Unterschiede dar.

Tabelle 7: Schichtsysteme der Stationen

Station	Schichtsystem
Zuschnitt	2
Vorschleifen	2
Fräsen	3
Drehbearbeitung	2
Härten	3
Schleifen nach Härten	2
Erodieren	3

Das Härten der Bauteile wird als Station mit aufgeführt, allerdings von der benachbarten Härtereierie durchgeführt. Aus diesem Grund wird mit einem 3-Schicht-System gerechnet um ganze Tage einzuplanen. Als fester Wert gilt die Vorgabe von fünf Tagen, oder 120 Stunden, je Bauteilgruppe in welcher gehärtet wird.

Im Kopf des Tabellenblattes „Druckansicht“ befindet sich eine ähnliche Auflistung wie Tabelle 7. Über diese kann das Schichtsystem in der Berechnung geändert, und die Veränderungen in den Zeiträumen direkt eingesehen werden. Eine null sollte dabei allerdings vermieden werden, da diese zu einer Division durch null führt. Excel gibt dann statt eines Datums den Fehler „#DIV/0!“ aus.

Mit Hilfe von Excel-Formel 6 wird das Startdatum für den nachfolgenden Bearbeitungsschritt berechnet.

Excel-Formel 6

=WENN(WOCHENTAG(N59+1;2)=6;N59+3;N59+1)

Aufgrund nachfolgender Punkte erfolgt nur eine Kontrolle ob der ausgegeben Tag ein Samstag ist:

- Sonntage nicht möglich, da Samstags nicht gearbeitet wird
- Sobald ein Tag nicht Samstag oder Sonntag ist wird ganz normal ein Tag dazu addiert um den Folgetag zu bestimmen

Wenn durch das „+1“ ein Samstag entsteht wird bis zum nächsten Montag weitergezählt.

6.3 Art der Terminierung

Die durchgeführte Terminierung ist eine Grobplanung der Produktion mit unbegrenzter Kapazität, da es in der erstellten Übersicht zu keinen Konflikten mit anderen Aufträgen kommen kann. Die Kapazitätsplanung muss anderweitig durchgeführt werden.

Zeitpuffer sind in der Berechnung insofern vorhanden, als dass bei jeder Umrechnung aufgerundet wird. Wenn zum Beispiel die Bearbeitungszeit im Bereich Fräsen, der im 3-Schicht-System arbeitet, 60 Stunden beträgt, ergibt das umgerechnet 2,5 Tage (60/24). Da allerdings bei jeder Berechnung aufgerundet wird, ergibt dies bei einem aufrunden um 0,5 in diesem Fall 12 Stunden Pufferzeit.

Die Pufferbereiche durch Aufrunden sind in Tabelle 8 berechnet. Sie geben nur eine Orientierung wieder. Die Spalte „Differenz“ gibt den Unterschied von gerundeter zu ungerundeter „Dauer in Tagen“ aus. Mit Dauer ist die Bearbeitungszeit gemeint.

Tabelle 8: Pufferbereiche einer Station

Schichtsystem	Dauer in Stunden	Dauer in Tagen	Differenz	Puffer (Differenz x Schicht in h)
2 (16h)	15	0,9375~1	0,0625	1h
	17	1,0625~2	0,9375	15h
3 (24h)	23	0,95833~1	0,0416	~1h
	25	1,04166~2	0,9583	23h

Im 2-Schicht-System kann der Puffer einer Bauteilgruppe im:

- ungünstigsten Fall bei „Anzahl der Stationen“ mal 1h und
- günstigsten Fall bei „Anzahl der Stationen“ mal 15h liegen

Im 3-Schicht-System kann der Puffer einer Bauteilgruppe im:

- ungünstigsten Fall bei „Anzahl der Stationen“ mal 1h und
- günstigsten Fall bei „Anzahl der Stationen“ mal 23h liegen

Ungünstig und günstig sind hierbei auf den Fertigstellungstermin zu beziehen. Im ungünstigsten Fall hat man minimale Puffer an jeder Station die unter Umständen nicht ausreichen. Hingegen hat man im günstigsten Fall zu viel Pufferzeit, was nur bedingt „günstig“ ist.

Weitere Puffer befinden sich zwischen zwei Arbeitsgängen. In der Berechnung wird wie bereits erläutert der Nachfolgevorgang immer erst am nächsten Tag begonnen. Allerdings ist der Zeitpunkt der Fertigstellung eines Vorganges im Moment nicht genauer bestimmbar als auf den entsprechenden Tag. Dieser unbestimmte Puffer kann nur genutzt werden, wenn Mitarbeiter der einzelnen Stationen die Fertigstellung an die nachfolgende Station weitergeben.

Um die Termine genauer zu gestalten und die Planung als Feinplanung durchführen zu können, sollten die Pufferzeiten unbedingt genauer bestimmt werden. Da sich eine Fertigungszeit aus einer Durchlaufzeit, also der Zeit in welcher gearbeitet wird, und einer Übergangszeit/Liegezeit, also einer Zeit in der das Bauteil darauf „wartet“ weiter bearbeitet zu werden, zusammensetzt muss die Dauer der Liegezeit aufgenommen werden. Diese kann wieder als Durchschnittszeit einer Bauteilgruppe ermittelt werden.

7 Fazit und Ausblick

7.1 Fazit

Mit der erarbeiteten Softwarelösung zur Fertigungszeit- und Terminermittlung für Bauteilgruppen von Folgeverbundwerkzeugen ist eine genauere Planung als bisher möglich. Durch die Vorgabe genauer Bearbeitungszeiträume, welche mit Hilfe der Ausdrucke von den Mitarbeitern der Fertigung eingesehen werden können, erübrigt sich die Suche von Bauteilen. Die Bauteilgruppen und deren zugeordnete Bauteile sind im Durchlauf der Werkhalle verfolgbar, da der Weg und die Zeiträume vorgegeben sind. Mit Hilfe der Option zur Veränderung des Schichtsystems einzelner Stationen kann im Fall einer Verzögerung leicht geprüft werden wie sich die zusätzliche Schicht auf den Endtermin auswirkt.

Die Berechnung der Fertigungszeit ermöglicht einen Überblick über die Anteile der Bauteilgruppen an der Gesamtfertigungszeit des Folgeverbundwerkzeuges. Durch die Bildung der Bearbeitungszeiten an den einzelnen Stationen ist es möglich, die Belegungsdauer dieser Maschinen durch den jeweiligen Auftrag zu erkennen. Dadurch kann die Kapazitätsplanung entweder für den Gesamtauftrag „Folgeverbundwerkzeug“ oder die Unteraufträge der Bauteilgruppen durchgeführt werden. Außerdem ist es nun möglich sich von der Berechnung der Fertigungszeit über die Fertigungskosten zu lösen.

Um die Funktionalität der Softwarelösung im Betrieb zu gewährleisten wurde die Fertigungszeit- und Terminermittlung durch die Geschäftsführung geprüft. Da die Softwarelösung den Vorstellungen der Firma entspricht, kommt das Ergebnis dieser Diplomarbeit in Zukunft im Unternehmen zum Einsatz.

7.2 Ausblick

Durch eine Ausweitung der Datenerfassung in der Werkhalle könnte noch wesentlich genauer geplant werden. PPS-Programme oder auch ERP (Enterprise Resource Planning) -Systeme, wie SAGE könnten dabei in Kombination mit Handscannern an jedem Arbeitsplatz und Bar- oder QR-Codes auf jedem Fertigungsauftrag eine große Hilfe sein. Damit ist es möglich, die Start- und Endzeiten bestimmter Vorgänge in Echtzeit aufzunehmen. Ein Loslösen von der manuellen Eingabe durch die Mitarbeiter am Ende der Schicht wäre damit möglich. Es könnten genaue Zeiten zur Planung herangezogen werden, da durch die Zeiterfassung erkennbar ist zu welcher Zeit ein Bauteil oder eine Bauteilgruppe bearbeitet und wie viel Zeit mit „warten“ verbracht wurde.

Unter Einsatz eines MES (Manufacturing Execution System, dt. Produktionsleitsystem) könnte die Produktion in Echtzeit geführt, gelenkt, gesteuert und kontrolliert werden. Ob sich ein MES lohnt oder ob SAGE alle notwendigen Fertigkeiten mitbringt müsste geklärt werden.

Anhand der detaillierten Erklärungen in Kapitel 5.3 und 6.2 zum Aufbau der Makro-Schaltflächen und Funktionsweise der erstellten Excel-Formeln sollte eine Modifizierung oder Erweiterung möglich sein. Dies könnte zum Beispiel in Zukunft durch weitere notwendige oder feiner unterteilte Bauteilgruppen erforderlich werden. Ein anderer Grund wäre eine verfeinerte Unterteilung der Planung, weg von Bauteilgruppen, hin zu einzelnen Bauteilen.

8 Zusammenfassung

Gegenstand der Diplomarbeit mit dem Thema: „Fertigungszeit- und Terminermittlung für Bauteilgruppen von Folgeverbundwerkzeugen“ ist die Entwicklung einer Softwarelösung zur Berechnung der Fertigungszeit einzelner Bauteilgruppen aus vorhandenen Bearbeitungszeiten und die Vorgabe der Fertigungszeiträume dieser Bauteilgruppen mit Hilfe der berechneten Fertigungszeiten. Zur Umsetzung wird Microsoft Excel genutzt. Ziel der Diplomarbeit ist eine feinere Produktionsplanung als dies bisher der Fall ist.

Zu Beginn der Arbeit wird ein Überblick über die Notwendigkeit des Themas gegeben. Außerdem erfolgt die Vermittlung verschiedenen Grundwissens aus den Bereichen Folgeverbundwerkzeuge, Netzplantechnik und Arbeitsvorbereitung.

Kapitel 3 befasst sich mit der Darlegung der aktuellen Fertigungszeit- und Terminermittlung, sowie dem Herstellungsprozess in der Werkhalle. Dabei werden auch erkannte Probleme aufgezeigt.

In Kapitel 4 „Konzeption der Fertigungszeit- und Terminermittlung für Folgeverbundwerkzeuge“ erfolgt die schrittweise Beschreibung der Herangehensweise an die Entwicklung der Softwarelösung.

Eine Teilumsetzung in Form der Fertigungszeitermittlung wird in Kapitel 5 wiedergegeben. Von der Vorbereitung der vorhandenen Daten bis zur Erstellung der finalen Übersicht wird das Vorgehen erläutert. Zum Verständnis der verwendeten Makro-Schaltflächen innerhalb der Datei und zur Veränderung dieser ist eine Anleitung mit Bildern und genauen Erklärungen dokumentiert. Dadurch wird eine spätere Erweiterung möglich. Auf Grundlage dieses Kapitels und der darin erarbeiteten Zeitermittlung kann die Terminermittlung realisiert werden.

Das vorletzte Kapitel enthält die Entwicklung der Terminermittlung. Die Erstellung der druckbaren Ansichten in Anlage A und die Bestimmung der darauf enthaltenen Bearbeitungszeiträume sind Gegenstand des Kapitels. Außerdem werden die zur Berechnung eingesetzten Excel-Formeln näher beschrieben, was ein Übertragen auf spätere Erweiterungen erläutert.

Kapitel 7 umfasst ein Fazit und einen Ausblick in die Zukunft, speziell den möglichen Einsatz von Handscannern und PPS-Systemen zur Ermittlung bisher fehlender Liegezeiten.


Literatur


- [DIN69900] DIN 69900:2009-01, Projektmanagement- Netzplantechnik; Beschreibungen und Begriffe
- [FWZB15] <http://www.fischer-wzb.de/#referenzen> ,
verfügbar am 21.09.2015, 10.38 Uhr
- [HbMB11] Böge, Alfred: Handbuch Maschinenbau,
Vieweg +Teubner Verlag, 2011
- [MTdWZB11] Dolmetsch, Heiner; Holznagel, Detlev; Keller, Eberhardt; et.al.
(Hrsg): Metalltechnik: Der Werkzeugbau, Europa-Lehrmittel, 2011
- [MzBdB] N.N.: Masterarbeit zur Bestimmung der Bauteilgruppen
- [NPT13] Noosten, Dirk: Netzplantechnik,
Wiesbaden, Springer Verlag, 2013
- [SFS15] Kolbe, Matthias; Hellwig Waldemar: Spanlose Fertigung Stanzen,
Springer Vieweg, 2015
- [OidPt96] Eversheim, Walter: Organisation in der Produktionstechnik- Band
1 Grundlagen,
Düsseldorf, VDI Verlag, 1996
- [WZBmZ98] Eversheim, Walter; Klocke, Fritz: Werkzeugbau mit Zukunft,
Berlin Heidelberg, Springer Verlag, 1998


Anlagen


A: druckbare Übersichten	I
B: Makro-Schaltflächen	VI
C: alle Makros.....	VII
D: gesamte Fertigungszeitermittlung.....	IX


Anlage A, druckbare Übersichten

					Seite:	1 / 5
		Werkzeug-Nr.: xxx				
					Druckdatum:	03.11.2015
Bezeichnung/Zeichnungsnummer:		xxx				
Kunde:		xxx				
Bearbeitungszeiten:		Folgeberbundwerkzeug				
	Station		Zeit in Std.		Start	Ende
	Konstruktion		137		03.11.2015	27.11.2015
	mechanische Fertigung		590		30.11.2015	01.01.2016
	Montage		182		04.01.2016	03.02.2016
	Erprobung					
technische Zeichnung:						

				Seite:	2 / 5
		Werkzeug-Nr.: xxx			
				Druckdatum:	03.11.2015
Bezeichnung/Zeichnungsnummer: xxx					
Kunde: xxx					
Bearbeitungszeiten: gehärtete Zubehöerteile					
Station		Bearbeitungszeit			
		in Std.			
Zuschnitt		31			
Vorschleifen		18			
Fräsen		60			
Härten		120			
Schleifen nach Härten		15			
Erodieren		14			
Zeiträume:					
		von		bis	
Zuschnitt		✓	01.12.2015	✓	02.12.2015
Vorschleifen		✓	03.12.2015	✓	04.12.2015
Fräsen		✓	07.12.2015	✓	09.12.2015
Härten		✓	10.12.2015	✓	16.12.2015
Schleifen nach Härten		✓	17.12.2015	✓	17.12.2015
Erodieren		✓	18.12.2015	✓	18.12.2015

				Seite:	3 / 5
		Werkzeug-Nr.: xxx			
				Druckdatum:	03.11.2015
Bezeichnung/Zeichnungsnummer: xxx					
Kunde: xxx					
Bearbeitungszeiten: Aktivteile					
	Station		Bearbeitungszeit in Std.		
	Zuschnitt		39		
	Vorschleifen		35		
	Fräsen		70		
	Drehbearbeitung		4		
	Härten		120		
	Schleifen nach Härten		35		
	Erodieren		59		
Zeiträume:					
			von	bis	
	Zuschnitt	✓	03.12.2015	07.12.2015	
	Vorschleifen	✓	08.12.2015	10.12.2015	
	Fräsen	✓	11.12.2015	15.12.2015	
	Drehbearbeitung	✓	16.12.2015	16.12.2015	
	Härten	✓	17.12.2015	23.12.2015	
	Schleifen nach Härten	✓	24.12.2015	29.12.2015	
	Erodieren	✓	30.12.2015	01.01.2016	

				Seite:	4 / 5
		Werkzeug-Nr.: xxx			
				Druckdatum:	03.11.2015
Bezeichnung/Zeichnungsnummer: xxx					
Kunde: xxx					
Bearbeitungszeiten: ungehärtete Zubehöerteile					
	Station	Bearbeitungszeit			
		in Std.			
	Zuschnitt	14			
	Vorschleifen	18			
	Fräsen	38			
	Drehbearbeitung	7			
	Erodieren	42			
Zeiträume:					
		von		bis	
	Zuschnitt	08.12.2015		08.12.2015	
	Vorschleifen	09.12.2015		10.12.2015	
	Fräsen	11.12.2015		14.12.2015	
	Drehbearbeitung	15.12.2015		15.12.2015	
	Erodieren	16.12.2015		17.12.2015	

				Seite:	5 / 5
		Werkzeug-Nr.: xxx			
				Druckdatum:	03.11.2015
Bezeichnung/Zeichnungsnummer:		xxx			
Kunde:		xxx			
Bearbeitungszeiten:		Gestellplatten			
	Station	Bearbeitungszeit			
		in Std.			
	Zuschnitt	1			
	Vorschleifen	1			
	Fräsen	97			
	Erodieren	0			
Zeiträume:					
		von	bis		
	Zuschnitt	09.12.2015	09.12.2015		
	Vorschleifen	10.12.2015	10.12.2015		
	Fräsen	11.12.2015	17.12.2015		
	Erodieren	18.12.2015	18.12.2015		

Anlagen B, Makro-Schaltflächen

Berechnung Folgeverbundwerkzeug

Gestellplatten

gehärtete
Zubehörteile

ungehärtete
Zubehörteile

Aktivteile

Drehteile

Montage

Direkte Suche
(keine Arbeitsgänge,
nur Bauteile)

		ohne Montage	35396 min	590 Std
davon	Zuschnitt		5017,20	84
	Vorschleifen		4215,93	70
	Fräsen		15742,03	262
	Drehbearbeitung		640,00	11
	Schleifen nach Härten		2975,34	50
	Erodieren		6805,64	113
	Alle Werte erfasst?		JA	

Anlagen C, alle Makros

```
Sub Gestellplatten()  
'  
' Gestellplatten Makro  
'  
  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=29  
End Sub  
Sub gehärtete_Zubehörteile()  
'  
' gehärtete_Zubehörteile Makro  
'  
  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=300  
End Sub  
Sub ungehärtete_Zubehörteile()  
'  
' ungehärtete_Zubehörteile Makro  
'  
  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=546  
End Sub  
Sub Aktivteile()  
'  
' Aktivteile Makro  
'  
  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=730  
End Sub
```

```
Sub Drehteile()  
'  
' Drehteile Makro  
'  
  
'  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=971  
End Sub
```

```
Sub Montage()  
'  
' Montage Makro  
'  
  
'  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=976  
End Sub
```

```
Sub Übersicht()  
'  
' Übersicht Makro  
'  
  
'  
    Range("A1").Select  
End Sub
```

```
Sub Direkte_Suche()  
  
Dim Zelle As Range  
Dim Name As String  
Name = InputBox("Bitte Bauteilbezeichnung eingeben!")  
If Name = "" Then Exit Sub  
ActiveSheet.Range("A1:A1000").Select  
For Each Zelle In Selection  
    If Zelle = Name Then  
        Zelle.Select  
        Exit Sub  
    End If  
Next Zelle  
MsgBox "Bauteil nicht vorhanden!"  
  
End Sub
```

Gestellplatten		5850,12	Übersicht	davon	Zuschnitt	33,95
obere Aufspannplatte		407,13			Vorschleifen	45,00
	Stillstandszeit	130,00			Fräsen	5771,18
	Zentrierbohrungen	7,75				
	Vorsenken von Gewinden	2,92			Erodieren	0,00
	Gewindelöcher für Befestigung der oberen Hauptdistanzer	10,82				
	Bohren	7,68				
	Gewinde	3,14			Alle Werte erfasst?	JA
	Gewindelöcher für Druckplatte	0,00				
	Tasche für Druckplatte	0,00				
	Stufenbohrung für Befestigungsschraube mit Kopfplatte	105,51				
	Bohren	94,59				
	Fräsen	10,92				
	Stiftbohrung für Befestigung mit Kopfplatte	39,96				
	Bohren	8,82				
	Passung	17,55				
	Bohren	13,59				
	Durchgangsbohrung von Druckstück	0,00				
	Durchgangsbohrung für Befestigung der Schneidstempel	55,54				
	Durchgangsbohrung für Befestigung der Biegestempel	35,97				
	Zentrierzapfen	0,00				
	Aussparung Spannnuten	0,00				
	Seitenkerben für Aufspannung	18,65				

Kopfplatte	1278,15
Stillstandszeit	260,00
Zentrierbohrungen	46,42
Vorsenken von Gewinden	53,10
Gewindelöcher für Befestigung mit der oberen Aufspannpl	37,76
Bohren	31,52
Gewinde	6,24
Gewindelöcher für Befestigung der Stempelhalteplatte	100,53
Bohren	80,77
Gewinde	19,76
Gewindelöcher für Befestigung der Führungsplatte	22,16
Bohren	16,28
Gewinde	5,88
Gewindelöcher für Befestigung der Führungssäulen	37,44
Bohren	29,28
Gewinde	8,15
Passbohrung für Befestigung der Führungssäulen	135,01
Bohren	67,16
Passung	67,85
Stiftbohrung für Befestigung mit der oberen Aufspannplatte	37,60
Bohren	9,07
Passung	20,55
Bohren	7,97
Stiftbohrung für Befestigung mit der Stempelhalteplatte	283,78
Bohren	85,02
Passung	125,81
Bohren	72,95
Durchgangsbohrung von Druckstücken	0,00
Durchgangsbohrungen für Befestigung der Schneidstemp	40,12
Durchgangsbohrungen für Befestigung mit Biegestempel	27,17
Stufenbohrung für Befestigung der Gasdruckfedern	45,55
Bohren	33,84
Fräsen	11,71
Aussparung für Befestigung der Gasdruckfedern	114,39
Schieber	
Gewindelöcher für Befestigung der Stempelhalteplatte	13,65
Bohren	8,53
Gewinde	5,13
Stiftbohrung für Befestigung der Stempelhalteplatte	23,47
Bohren	4,73
Passung	14,56
Bohren	4,18

Führungsplatte	1462,86
Stillstandszeit	260,00
Zentrierbohrungen	45,92
Vorsenken von Gewinden	37,58
Passbohrungen für Befestigung der Führungsbuchsen	151,52
Bohren/Fräsen	86,86
Passung	64,65
Stufenbohrung für Befestigung mit der Kopfplatte	57,32
Bohren	51,96
Fräsen	5,36
Gewindelöcher für Befestigung der Führungsbuchsen	37,44
Bohren	29,28
Gewinde	8,15
Gewindelöcher für Befestigung der Niederhalteplatte	100,53
Bohren	80,77
Gewinde	19,76
Drahterodieren	0,00
Durchgangsbohrung von Lochstempeln	10,58
Stiftbohrung für Befestigung der Niederhalteplatte	259,82
Bohren	85,02
Passung	125,81
Bohren	48,99
Aussparung für Zylinderkopf von Suchstift	12,54
Schruppen	3,34
Schlichten	9,20
Aussparung für Abdrückfedern	147,31
Vorböhrn	46,51
Fräsen	100,80
Aussparung der Schneidstempelkonturen	124,37
Erodieren	0,00
Vorböhrn	74,15
Fräsen	4,37
Schlichten	45,85
Aussparung der Biegestempelkontur	117,63
Erodieren	0,00
Vorböhrn	82,15
Fräsen	11,15
Schlichten	24,33
Startbohrungen	0,00
Schieber	
Aussparungen für Stempel	71,59
Vorböhrn	1,42
Schruppen	31,53
Schlichten	38,64
Aussparungen für Distanzen	28,71

Grundplatte	1978,51
Stillstandszeit	260,00
Zentrierbohrungen	51,25
Vorsenken von Gewinden	54,58
Gewindelöcher für Befestigung der Biegegesenke	35,31
Bohren	9,80
Gewinde	25,52
Gewindelöcher für Befestigung der Schnittplatte	100,53
Bohren	80,77
Gewinde	19,76
Gewindelöcher für Befestigung der Führungsbuchsen	37,44
Bohren	29,28
Gewinde	8,15
Gewindelöcher für Befestigung der Niederhaltedistanzen	12,67
Bohren	7,93
Gewinde	4,74
Passbohrungen für Befestigung der Führungsbuchsen	266,82
Bohren/Fräsen	198,64
Passung	68,17
Stiftlöcher für Befestigung der Biegegesenke	28,16
Stiftbohrung für Befestigung mit der unteren Aufspannplatt	43,59
Bohren	9,07
Passung	20,55
Bohren	13,97
Stiftbohrung für Befestigung der Schnittplatte	344,73
Bohren	85,02
Passung	125,81
Bohren	133,91
Stufenbohrung für Befestigung mit der unteren Aufspannpl	106,26
Bohren	95,09
Fräsen	11,17
Stufenbohrung für Federstreifenheber (länglich)	0,00
Bohren	0,00
Fräsen	0,00
Durchgangsbohrung für Sucherstift	61,89
Durchgangsbohrung von Schneidbuchse	6,68
Aussparung für Streifenheberfedern	153,81
Aussparungen für Streifenheber (länglich)	0,00
Schruppen	0,00
Schlichten	0,00
Aussparung der Schneidkonturen	183,44
Vorbohren	15,08
Schlichten	45,85
Fräsen	122,51
Aussparung für Streifenheber (länglich)	0,00
Schruppen	0,00
Schlichten	0,00

Schieber	
Aussparung für Stempel	103,71
Vorbohren	16,69
Schruppen	37,36
Schlichten	49,65
Aussparung für Flachführungsleisten	32,41
Schruppen	15,74
Schlichten	16,67
Gewindelöcher für Befestigung der Winkelleisten	23,00
Bohren	16,55
Gewinde	6,45
Gewindelöcher für Befestigung der Flachführungsleisten	20,72
Bohren	14,89
Gewinde	5,83
Gewindelöcher für Befestigung der Montageplatte	8,41
Bohren	4,21
Gewinde	4,20
Stiftbohrung für Befestigung der Winkelleisten	43,10
Bohren	8,83
Passung	20,55
Bohren	13,71
Streifenheberleisten	
Aussparung für Streifenheber (oval)	0,00
Schruppen	0,00
Schlichten	0,00
Gewindelöcher für Befestigung der Führungssäulen	0,00
Bohren	0,00
Gewinde	0,00
Gewindelöcher für Befestigung der Halterung	0,00
Bohren	0,00
Gewinde	0,00
Stufenbohrung für Feder	0,00
Bohren	0,00
Fräsen	0,00

untere Aufspannplatte	591,71
Stillstandszeit	130,00
Zentrierbohrungen	8,92
Vorsenken von Gewinden	8,33
Aussparung der Schneidkonturen	76,73
Vorbohren	25,04
Fräsen	51,69
Aussparung Spannnuten	0,00
Durchgangsbohrung für Sucherstift/Streifenheber	62,03
Durchgangsbohrung für Führungssäulen	197,89
Durchgangsbohrung von Schneidbuchse	6,72
Gewindelöcher für Befestigung der Grundplatte	35,51
Bohren	31,02
Gewinde	4,49
Gewindelöcher für Befestigung der unteren Hauptdistanze	6,33
Bohren	3,96
Gewinde	2,37
Stiftbohrung für Befestigung der Grundplatte	40,59
Bohren	9,07
Passung	17,55
Bohren	13,97
Seitenkerben für Aufspannung	18,65

Montageplatte	131,76
Stillstandszeit	24,00
Stufenbohrung für Befestigung mit der Grundplatte	12,90
Durchgangsbohrung	8,55
Vorbohren Senkung	2,05
Fräsen Senkung	2,31
Stufenbohrung für Befestigung des Schiebers	15,92
Durchgangsbohrung	11,36
Vorbohren Senkung	1,62
Fräsen Senkung	2,94
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung	45,00
vor Härten	45,00
nach Härten	0,00
Zuschnitt	33,95
Sägen	9,29
Länge	2,11
Breite	1,18
Höhe	0,00
Nebenzeiten	6,00
Fräsen	24,65
Oberfläche	11,71
Seiten	7,94
Nebenzeiten	5,00

gehärtete Zubehörteile		8144,28	Übersicht	davon	Zuschnitt	1835,33
obere Druckplatte		3671,00			Vorschleifen	1058,27
	Stillstandszeit	1032,00			Fräsen	3570,96
	Zentrierbohrung	33,93			Härten	7200
	Stiftloch für Befestigung mit Stempelhalterplatte	753,00			Schleifen nach Härten	881,84
	Bohren	73,00			Erodieren	797,89
	Reiben	680,00				
	Stufenbohrung für Befestigung mit der Stempelhalterplatte	74,42				
	Durchgangsbohrung	30,90				
	Vorbohren Senkung	20,47				
	Fräsen Senkung	23,05				
	Durchgangsbohrung Befestigungsschrauben von Stempel	73,00			Alle Werte erfasst?	JA
	Durchgangsbohrung für Befestigung der Biegestempel	7,30				
	Durchgangsbohrung von Druckstück	0,00				
	Durchgangsbohrung für Befestigung der Schneidstempel	6,33				
	Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung	843,69				
	vor Härten	435,24				
	nach Härten	408,44				
	Zuschnitt	847,33				
	Sägen	90,45				
	Länge	14,55				
	Breite	15,90				
	Höhe	0,00				
	Nebenzeiten	60,00				
	Fräsen	756,89				
	Hauptfläche	461,59				
	Seiten	245,30				
	Nebenzeiten	50,00				

untere Druckplatte				3241,24
Stillstandszeit				1032,00
Zentrierbohrungen				30,00
Durchgangsbohrung Zylinderstift von Schnittplatte				112,06
Startbohrung				67,10
Erodieren				44,96
Durchgangsbohrung für Streifenheber				43,77
Durchgangsbohrung für Sucherstift				18,35
Durchgangsbohrung Befestigungsschrauben von Schnittp				58,00
Durchgangsbohrung von Schneidbuchse				2,10
Durchgangsbohrung für Befestigungsschrauben der Biege				7,30
Erodieren der Aussparung der Schneidkonturen				184,66
Erodieren der Aussparung für Zylinderstifte der Biegege				54,23
Startbohrung				7,76
Fräsen der Aussparung für Streifenheber (länglich)				0,00
Fräsen der Aussparung für Streifenheber (oval)				0,00
Vorbohren				0,00
Fräsen				0,00
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung				843,69
vor Härten				435,24
nach Härten				408,44
Zuschnitt				847,33
Sägen				90,45
Länge				14,55
Breite				15,90
Höhe				0,00
Nebenzeiten				60,00
Fräsen				756,89
Oberfläche				461,59
Seiten				245,30
Nebenzeiten				50,00

Federn und Führungen				152,57
Erodieren Streifenheber Rund				0,00
Drehbearbeitung Sucherstift				40,00
Winkelgleitführung				
Stillstandszeit				24,00
Stiftbohrung für Befestigung mit Grundplatte				88,57
Bohren				12,57
Reiben				76,00
Führungsleisten				
Wechselteil				164,37
Stillstandszeit				24,00
Stiftbohrung für Befestigung von Wechselteil				43,35
Bohren				5,35
Reiben				38,00
Stufenbohrung für Befestigung mit Schieber				11,65
Durchgangsbohrung				5,45
Vorbohren Senkung				2,35
Fräsen Senkung				3,84
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung				49,91
vor Härten				49,91
nach Härten				0,00
Zuschnitt				35,46
Sägen				8,26
Länge				1,38
Breite				0,88
Höhe				0,00
Nebenzeiten				6,00
Fräsen				27,21
Oberfläche				13,14
Seiten				9,06
Nebenzeiten				5,00

Stempel				661,21
Stillstandszeit				20,00
Startbohrung				4,39
Drahterodieren				514,04
Gewindelöcher für Befestigung des Stempels				3,39
	Bohren			1,40
	Gewinde			1,99
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung				68,92
	vor Härten			68,92
	nach Härten			0,00
Zuschnitt				50,46
	Sägen			9,75
		Länge		1,61
		Breite		2,15
		Höhe		0,00
		Nebenzeiten		6,00
	Fräsen			40,71
		Oberfläche		23,14
		Seiten		12,56
		Nebenzeiten		5,00
Druckplatte				253,40
Stillstandszeit				16,00
Durchgangsbohrung Befestigungsschraube von Stempel				5,77
Durchgangsbohrung Befestigungsschraube von Stempel				1,83
Durchgangsbohrung für Zylinderstifte von Stempelhaltepla				41,15
	Bohren			3,15
	Reiben			38,00
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung				133,91
	vor Härten			68,95
	nach Härten			64,96
Zuschnitt				54,74
	Sägen			8,57
		Länge		1,45
		Breite		1,11
		Höhe		0,00
		Nebenzeiten		6,00
	Fräsen			46,17
		Oberfläche		31,11
		Seiten		10,06
		Nebenzeiten		5,00

Streifenheberleisten				0,50
Stillstandszeit				0,00
Gewindebohrung für Stifte der Federn				0,00
	Bohren			0,00
	Gewinde			0,00
Gewindebohrung für Abdeckbleche				0,00
	Bohren			0,00
	Gewinde			0,00
Durchgangsbohrung für Führungssäulen				0,00
Stufenbohrung für Halterung				0,50
	Durchgangsbohrung			0,00
	Vorbohren Senkung			0,00
	Fräsen Senkung			0,50
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung				0,00
	vor Härten			0,00
	nach Härten			0,00
Zuschnitt				0,00
	Sägen			0,00
		Länge		0,00
		Breite		0,00
		Höhe		0,00
		Nebenzeiten		0,00
	Fräsen			0,00
		Oberfläche		0,00
		Seiten		0,00
		Nebenzeiten		0,00
Streifenheber (länglich)				0,00
Stillstandszeit				0,00
Gewinde für Führungsstifte der Feder				0,00
	Bohren			0,00
	Gewinde			0,00
Einbuchtungen für Befestigungsschrauben				0,00
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung				0,00
	vor Härten			0,00
	nach Härten			0,00
Zuschnitt				0,00
	Sägen			0,00
		Länge		0,00
		Breite		0,00
		Höhe		0,00
		Nebenzeiten		0,00
	Fräsen			0,00
		Oberfläche		0,00
		Seiten		0,00
		Nebenzeiten		0,00

Streifenheber (oval)				0,00
Stillstandszeit				0,00
Startbohrung				0,00
Drahterodieren der Außenkontur				0,00
Gewinde für Befestigung der Grundplatte				0,00
Bohren				0,00
Gewinde				0,00
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubsrichtung				0,00
vor Härten				0,00
nach Härten				0,00
Zuschnitt				0,00
Sägen				0,00
Länge				0,00
Breite				0,00
Höhe				0,00
Nebenzeiten				0,00
Fräsen				0,00
Oberfläche				0,00
Seiten				0,00
Nebenzeiten				0,00

ungehärtete Zubehörteile				6995,52	Übersicht	davon	Zuschnitt	830,85
Stempelhalterplatte (eine aus Kleinplatten und eine aus Kleinteile)				5558,69			Vorschleifen	1021,13
	Stillstandszeit			1058,00			Fräsen	2228,67
	Zentrierbohrungen			32,33				
	Stufenbohrung für Befestigung mit der Kopfplatte			309,63			Drehbearbeitung	420,00
	Durchgangsbohrung			184,28			Erodieren	2494,87
	Vorbohren Senkung			46,27				
	Fräsen Senkung			79,07				
	Stufenbohrung für Befestigung der Lochstempel			15,17				
	Durchgangsbohrung			4,60			Alle Werte erfasst?	JA
	Fräsen Senkung			10,57				
	Stiftloch für Befestigung mit Kopfplatte			1801,52				
	Startbohrung			221,00				
	Erodieren			1580,52				
	Gewindelöcher für Befestigung der Druckplatte			52,40				
	Bohren			44,45				
	Gewinde			7,95				
	Drahterodieren der Schneidstempelkontur			492,27				
	Drahterodieren der Biegestempelkontur			422,08				
	Startbohrungen			14,14				
	Stiftbohrung für Befestigung mit Kopfplatte			46,59				
	Bohren			8,59				
	Reiben			38,00				
	Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung			791,30				
	vor Härten			791,30				
	nach Härten			0,00				
	Zuschnitt			523,25				
	Sägen			113,83				
		Länge		23,26				
		Breite		24,56				
		Höhe		0,00				
		Nebenzeiten		66,00				
	Fräsen			409,43				
		Oberfläche		221,71				
		Seiten		132,71				
		Nebenzeiten		55,00				

Distanzen bzw. Hubbegrenzer	691,80	Pressenzentrierung	527,26
Stillstandszeit	60,00	Halteplatte	
Zentrierbohrungen	4,27	Stillstandszeit	20,00
untere Hauptdistanz		Stufenbohrung für Befestigung der Halteplatte für Zentriert	24,34
Stufenbohrung für Befestigung mit der unteren Aufspannpl	105,87	Durchgangsbohrung	22,92
Durchgangsbohrung	79,72	Fräsen Senkung	1,42
Vorbohren Senkung	8,61	Drehbearbeitung	120,00
Fräsen Senkung	17,54	Zentrierbolzen	
obere Hauptdistanz		Drehbearbeitung	60,00
Gewindelöcher für Befestigung mit der oberen Aufspannpl	7,27	Einlaufblech	
Bohren	4,66	Stillstandszeit	6,00
Gewinde	2,60	Durchgangsbohrung für Befestigungsschrauben mit Führ	1,45
Federentlastung		Führungsleisten	
Gewindelöcher für Befestigung mit der oberen Aufspannpl	7,27	Stillstandszeit	30,00
Bohren	4,66	Stufenbohrung für Befestigung mit Grundplatte	9,25
Gewinde	2,60	Durchgangsbohrung	4,90
Niederhaldedistanz		Vorbohren Senkung	2,05
Drehbearbeitung	240,00	Fräsen Senkung	2,31
Stufenbohrung für Befestigung mit der Grundplatte	36,97	Gewindelöcher für Befestigung des Einlaufbleches	4,63
Durchgangsbohrung	25,92	Bohren	2,46
Vorbohren Senkung	3,34	Gewinde	2,18
Fräsen Senkung	7,71	Bohren der Stiftlöcher	4,86
Zuschnitt Hauptdistanzen und Federentlastung	129,09	Reiben der Stiftlöcher	38,00
Sägen	40,62	Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung	112,47
Länge	4,62	vor Härten	112,47
Nebenzeiten	36,00	nach Härten	0,00
Fräsen	88,48	Zentrierbohrungen	13,11
Hauptfläche	70,48	Zuschnitt	83,14
Nebenzeiten	18,00	Sägen	14,05
Zuschnitt Niederhaldedistanzen	51,31	Länge	3,86
Sägen	30,42	Breite	4,19
Länge	6,42	Höhe	0,00
Nebenzeiten	24,00	Nebenzeiten	6,00
Fräsen	20,89	Fräsen	69,10
Hauptfläche	8,89	Oberfläche	53,33
Nebenzeiten	12,00	Seite	10,76
Schleifbearbeitung Hauptdistanzen und Federentlastung	38,41	Nebenzeiten	5,00
Schleifbearbeitung Niederhaldedistanzen	11,35		

Schieber				217,77
	Stillstandszeit			26,00
	Gewindeloch für Verbindung mit Montageplatte			3,72
	Bohren			1,64
	Gewinde			2,08
	Gewindelöcher für Befestigung des Wechselsatzes			4,78
	Bohren			2,55
	Gewinde			2,23
	Aussparung für Stempel und Wechselsatz und Einpassun			66,69
	Vorbohren			0,92
	Schruppen			21,47
	Schlichten			22,08
	Stiftbohrung für Befestigung des Wechselsatzes			4,92
	Bohren			2,95
	Reiben			1,97
	Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung			67,60
	vor Härten			67,60
	nach Härten			0,00
	Zuschnitt			44,06
	Sägen			9,46
	Länge			2,11
	Breite			1,34
	Höhe			0,00
	Nebenzeiten			6,00
	Fräsen			34,60
	Oberfläche			18,29
	Seiten			11,31
	Nebenzeiten			5,00

Aktivteile		14406,21	Übersicht	davon	Zuschnitt	2317,08
Niederhalteplatte		4395,46			Vorschleifen	2091,54
	Stillstandszeit	1032,00			Fräsen	4171,22
	Zentrierbohrungen	35,93				
	Stufenbohrung für Befestigung der Führungsplatte	171,95			Drehbearbeitung	220,00
	Durchgangsbohrung	58,00				
	Vorböhrn Senkung	42,07			Härten	7200
	Fräsen Senkung	71,88				
	Stiftloch für Befestigung mit Führungsplatte	112,06			Schleifen nach Härten	2093,49
	Startbohrung	67,10				
	Erodieren	44,96			Erodieren	3512,88
	Durchgangsbohrung für Abdrückerstift	31,06				
	Durchgangsbohrung für Sucherstift	18,03				
	Erodieren von Durchgangsbohrungen von Lochstempeln	4,39			Alle Werte erfasst?	JA
	Drahterodieren der Schneidstempelkontur	190,87				
	Drahterodieren der Biegestempelkontur	263,38				
	Startbohrungen	7,76				
	Schleifen der Kanten in Vorschubrichtung	1680,70				
	vor Härten	864,03				
	nach Härten	816,67				
	Zuschnitt	847,33				
	Sägen	90,45				
	Länge	14,55				
	Breite	15,90				
	Höhe	0,00				
	Nebenzeiten	60,00				
	Fräsen	756,89				
	Oberfläche	461,59				
	Seiten	245,30				
	Nebenzeiten	50,00				

Schnittplatte			7142,19
Stillstandszeit			1032,00
Zentriebohrungen			33,27
Stiftloch für Befestigung mit Grundplatte			1816,47
Startbohrung			235,95
Erodieren			1580,52
Stufenbohrung für Befestigung mit Grundplatte			281,48
Durchgangsbohrung			167,53
Vorbohren Senkung			42,07
Fräsen Senkung			71,88
Durchgangsbohrung für Streifenheber			111,19
Durchgangsbohrung für Sucherstift			47,99
Aussparung für Bund der Schneidbuchse			6,42
Vorbohren			0,00
Fräsen			5,47
Schlichten			0,95
Drahterodieren der Schneidkontur			313,07
Drahterodieren der Biegegesenkkontur			422,08
Drahterodieren der Außenkontur von Schneidbuchse			50,77
Startbohrungen			32,40
Erodieren von Aussparung für Streifenheber (länglich)			0,00
Erodieren von Aussparung für Streifenheber (oval)			0,00
Gewinde für Befestigung Streifenheber			0,00
Bohren			0,00
Gewinde			0,00
Senkung für Befestigungsschrauben des Streifenhebers			0,00
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung			2045,94
vor Härten			991,88
nach Härten			1054,05
Zuschnitt			949,12
Sägen			192,23
Länge			63,45
Breite			68,79
Höhe			0,00
Nebenzeiten			60,00
Fräsen			756,89
Oberfläche			461,59
Seiten			245,30
Nebenzeiten			50,00

Lochstempel			361,87
n<70.000			181,10
Zylindrischer Kopf			40,00
Drehbearbeitung			40,00
Schneidbuchsen mit Bund			31,10
Drahterodieren			31,10
Rundschleife			110,00
Druckstück			0,00
Drehbearbeitung			0,00
Gewindeschneiden für Auszugsgewinde			0,00
Bohren			0,00
Gewinde			0,00
Stillstandszeit			0,00
n>70.000			180,77
Druckplatte			0,77
Durchgangsbohrung			0,77
Vorbohrung			0,00
Fräsen			0,00
Stillstandszeit			0,00
Distanzhülse			180,00
Drehbearbeitung			180,00
Stillstandszeit			0,00

Schneidstempel					827,84
Startbohrung					34,21
Drahterodieren					594,39
Stufenbohrung für Abdrücker					87,88
Durchgangsbohrung					79,30
Senkung					8,58
Gewindeschneiden für Befestigungsschrauben					8,02
Bohren					2,43
Gewinde					5,59
Stempelklötze					
Schleifen der Kanten in Vorschubrichtung					34,50
vor Härten					20,63
nach Härten					13,87
Stillstandszeit					30,00
Zuschnitt					38,84
Sägen					18,62
Länge					6,90
Breite					4,26
Höhe					4,47
Nebenzeiten					3,00
Fräsen					20,22
Oberfläche					11,90
Seiten					5,81
Nebenzeiten					2,50

Biegestempel				1678,85
Biegestempelaußenkontur				415,44
Drahterodieren				0,00
Gewindeschneiden für Befestigungsschrauben				21,24
Bohren				6,45
Gewinde				14,79
3D-Fräsen der Biegestempelkontur				254,20
Stillstandszeit				140,00
Stempelklötzer				0,00
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung				0,00
vor Härten				0,00
nach Härten				0,00
Zuschnitt				0,00
Sägen				0,00
Länge				0,00
Breite				0,00
Höhe				0,00
Nebenzeiten				0,00
Fräsen				0,00
Oberfläche				0,00
Seiten				0,00
Nebenzeiten				0,00
Stillstandszeit				0,00
Biegegesenkkontur				357,73
Startbohrung für Biegegesenkkontur und Stiftlöcher				0,00
Drahterodieren				0,00
Stufenbohrung für Befestigung der Biegegesenke				9,37
Durchgangsbohrung				2,82
Vorbohren				3,15
Fräsen				3,40
Erodieren Stiftlöcher für Befestigung der Biegegesenke				17,36
3D-Fräsen der Biegegesenkkontur				191,00
Stillstandszeit				140,00

Biegestempel					461,07		
Länge	100	100	100	100	100	100	100
Breite	20	20	10	10	35	20	99
Höhe	20	20	10	10	10	20	20
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung					219,46		
vor Härten	14,89	14,89	14,17	14,17	16,34	14,89	21,42
nach Härten	14,23	14,23	13,67	13,67	15,93	14,23	22,73
Gesamt	29,12	29,12	27,83	27,83	32,27	29,12	44,15
Zuschnitt					241,61		
Sägen					31,63		
Länge	1,38	1,38	0,69	0,69	0,69	1,38	1,38
Breite	0,49	0,49	0,17	0,17	0,31	0,49	0,94
Höhe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nebenzeiten	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Gesamt	4,87	4,87	3,86	3,86	4,00	4,87	5,32
Fräsen					209,98		
Oberfläche	23,33	23,33	23,33	23,33	23,33	23,33	23,33
Seiten	4,03	4,03	3,91	3,91	4,22	4,03	5,02
Nebenzeiten	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Gesamt	29,86	29,86	29,74	29,74	30,05	29,86	30,85

Biegegesenke					444,61		
Länge	100	100	100	100	100	100	100
Breite	20	20	10	10	35	20	20
Höhe	20	20	10	10	10	20	20
Schleifen der Kantenflächen in Vorschubrichtung					204,43		
vor Härten	14,89	14,89	14,17	14,17	16,34	14,89	14,89
nach Härten	14,23	14,23	13,67	13,67	15,93	14,23	14,23
Gesamt	29,12	29,12	27,83	27,83	32,27	29,12	29,12
Zuschnitt					240,17		
Sägen					31,18		
Länge	1,38	1,38	0,69	0,69	0,69	1,38	1,38
Breite	0,49	0,49	0,17	0,17	0,31	0,49	0,49
Höhe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nebenzeiten	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Gesamt	4,87	4,87	3,86	3,86	4,00	4,87	4,87
Fräsen					208,99		
Oberfläche	23,33	23,33	23,33	23,33	23,33	23,33	23,33
Seiten	4,03	4,03	3,91	3,91	4,22	4,03	4,03
Nebenzeiten	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Gesamt	29,86	29,86	29,74	29,74	30,05	29,86	29,86

Drehteile		Übersicht		davon	Zuschnitt	
					Vorschleifen	
					Fräsen	
Montage		17658,65		Übersicht		
	Vorarbeiten		4304,05		Drehbearbeitung	
	Montage der Hauptplatten		969,49		Härten	7200
	Komplettmontage des Werkzeuges		165,53		Schleifen nach Härten	
	Werkzeugverbesserung		12219,59		Erodieren	
					Alle Werte erfasst?	JA

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den 06.11.2015

Tom Seifert